

# Radiový KONSTRUKTÉR Svazarmu

Plánky a návody Amatérského radia



ROČNÍK II • 1956 • ČÍSLO 10

## MODELÁŘI, POZOR!

Již staří Římané . . . Ale ano, již staří Římané řídili na dálku. A co jiného je oprat, již staří Římané řídili spřežení svých válečných vozů! Ostatně, o tom, jak hluboce je člověku vrozena touha řídit na dálku, mne přesvědčil čtyřletý kluk, který uvázal slepici na nožky dvě nitky a prožíval neskonale uspokojení, když se mu podařilo ptáče řídit podle své libosti. Od takového „řízení na dálku“ je ovšem ke skutečnému řízení bez nití, opratí a drátů hezkých pár kroků. Když vozka svoje koně neudrží na oprati a sjede do příkopu, utrpí škodu nanejvýš on a ty koně – a to není bohužel pravda při řízení letadel, třeba jen malých, jejich modelů, radiem na dálku. Neudrží-li operátor kmitočet své vysílací stanice „na uzdě“, poškodí tím mnoho jiných, kteří jsou nuceni používat při své práci éteru, a mnohdy i velmi vzdálených. A tak není divu, že není dovoleno řídit radiem na dálku ledaskomu. I k řízení koňského spřežení musí být dnes jistá kvalifikace – natož pak k ovládání tak pohyblivé věci, jako jsou radiovlny. A tak se nedivte, když se u vás projeví také neodolatelná a odvěká touha řídit na dálku třeba model autíčka nebo letadla, že budete musit prokázat nějaké znalosti vysílací techniky a teprve pak budete moci obdržet povolení.

Nejlepší zárukou, že žadatel má potřebné znalosti a zařízení, je jeho práce v kolektivu lidí se stejným zájmem. Proto také první pokusy s řízením modelů na dálku se u nás podařily svazarmovcům. Ve Svazarmu pracují jak radisté, tak letečtí modeláři a

tak se zde mohou spojit zkušenosti z tak rozdílných oborů v jedné úspěšné konstrukci. To bylo také podmínkou úspěchu nedávno zesnulého soudruha Jiřího Šmída ex-OK2SG, člena ORK v Místku, jenž v Ostravském kraji jako první sestrojil a zalétal model větroně s rozpětím 3 m a model motorového letadla s rozpětím 2 m. Bohužel nemohl již dohotovit model akrobatického letadla, řízeného radiem.

Vzhledem k tomu, že práce ve Svazarmu je základní podmínkou zdatu práce, bylo stanoveno, že žádosti o povolení ke zřízení a provozování vysílacích radioelektrických stanic k radiovému řízení modelů letadel mohou podávat jen organizace a jednotliví příslušníci Svazarmu přes sekretariát ÚV Svazarmu – OLPS. Tato podmínka není žádným omezením; vždyť členem Svazarmu se může stát každý, kdo má zájem o práci v některém branném oboru – a jak je vidět, mezi branné obory patří i stavba modelů letadel, i radio se vši bohatostí svých odvětví. Tato podmínka je naopak výhodným upozorněním všem zájemcům o tento nový obor, kde najdou dobrou radu zkušenějších, nářadí a měřicí přístroje, jež jsou k úspěšnému dokončení zařízení nutné a jež by si sami nikdy opatřit nemohli. Tato podmínka také zaručuje, že zkušenosti získané jedním konstruktérem nezapadnou, ale že budou využity mnoha dalšími – třeba začátečníky.

Nezapomeňte proto: než se pustíte do pokusů s řízením na dálku, vyžádejte si informace u svého okresního nebo krajského radioklubu Svazarmu!

# RADIOVÉ ŘÍZENÍ MODELŮ LETADEL

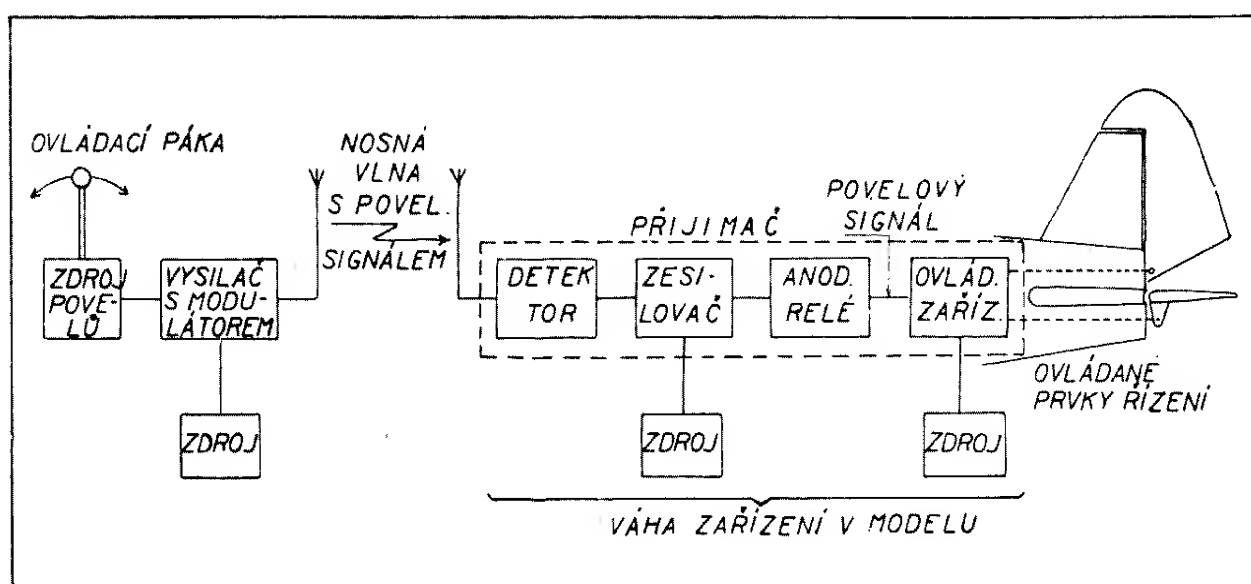
Milan Krňák

## 0. Úvod.

V posledních letech nabývá stále větší obliby jak mezi radioamatéry, tak i mezi modeláři obor bezdrátového řízení modelů všeho druhu. Ať už jsou to lodě, auta nebo letadla, musí zařízení pro dálkové řízení splňovat několik společných podmínek. Nejnáročnější a také nejprotichůdnější požadavky jsou kladeny na řízení pro letadla. Zařízení musí totiž přenášet povely pro ovládání kormidel, případně chodu motoru, téměř okamžitě má dovolovat dostatečně jemné a pokud možno plynulé ovládání. Při tom musí být zařízení velmi spolehlivé při nejmenší váze, neboť jinak hrozí zničení často několikaměsíční práce. Nejhorším problémem jsou zdroje pro přijímač – anodová, žhavicí a pohonná baterie, zvláště s ohledem na stabilitu napětí a tím na nastavení přijímače, i s ohledem na váhu. Rovněž anodové relé pro přijímač je náročnou součástí; v seznamu běžně vyráběných součástí vhodné relé není a tak je nutno použít sice dostupných a spolehlivých inkurantních relé, která však jsou dosti těžká. Otázka elektronek byla vyřešena otevřením pásma 27,12 MHz, kde je možno po-

užít běžných bateriových elektronek. Ovládací zařízení musíme zhotovit z relétek a pro motorický pohon použít inkurantních motorků se stálým budičím magnetem, které však vždy nevyhoví vzhledem ke své váze a značnému napájecímu napětí (až  $-28\text{ V}$ ). Rovněž umístění anteny přijímače, ovládacího zařízení a zdrojů vzhledem k pevnosti a vyvážení modelu bývá tvrdým oříškem. Konstrukce a zhotovení modelu a zařízení pro dálkové ovládání vyžaduje hodně speciálních znalostí z různých oborů. Proto je výhodné, pracuje-li na celém úkolu vícečlenný kolektiv, jehož pracovníci mají potřebné odborné znalosti a řeší vždy příslušnou část zařízení samostatně. Celkový návrh ovšem musí být řešen kompromisně, aby byly splněny kladené požadavky.

V dalším budou popsány použitelné principy řízení a kompletní souprava pro dálkové řízení letadla. Snad se tímto spiskem podaří vyplnit už dlouho pociťovanou mezeru v naší amatérské literatuře, což také povede k většímu rozšíření tohoto zajímavého oboru i přes to, že naši amatéři budou muset překonávat více těžkostí nežli někteří amatéři zahraniční.



Obr. 1. Blokové schéma celého řetězu pro přenos povelových signálů

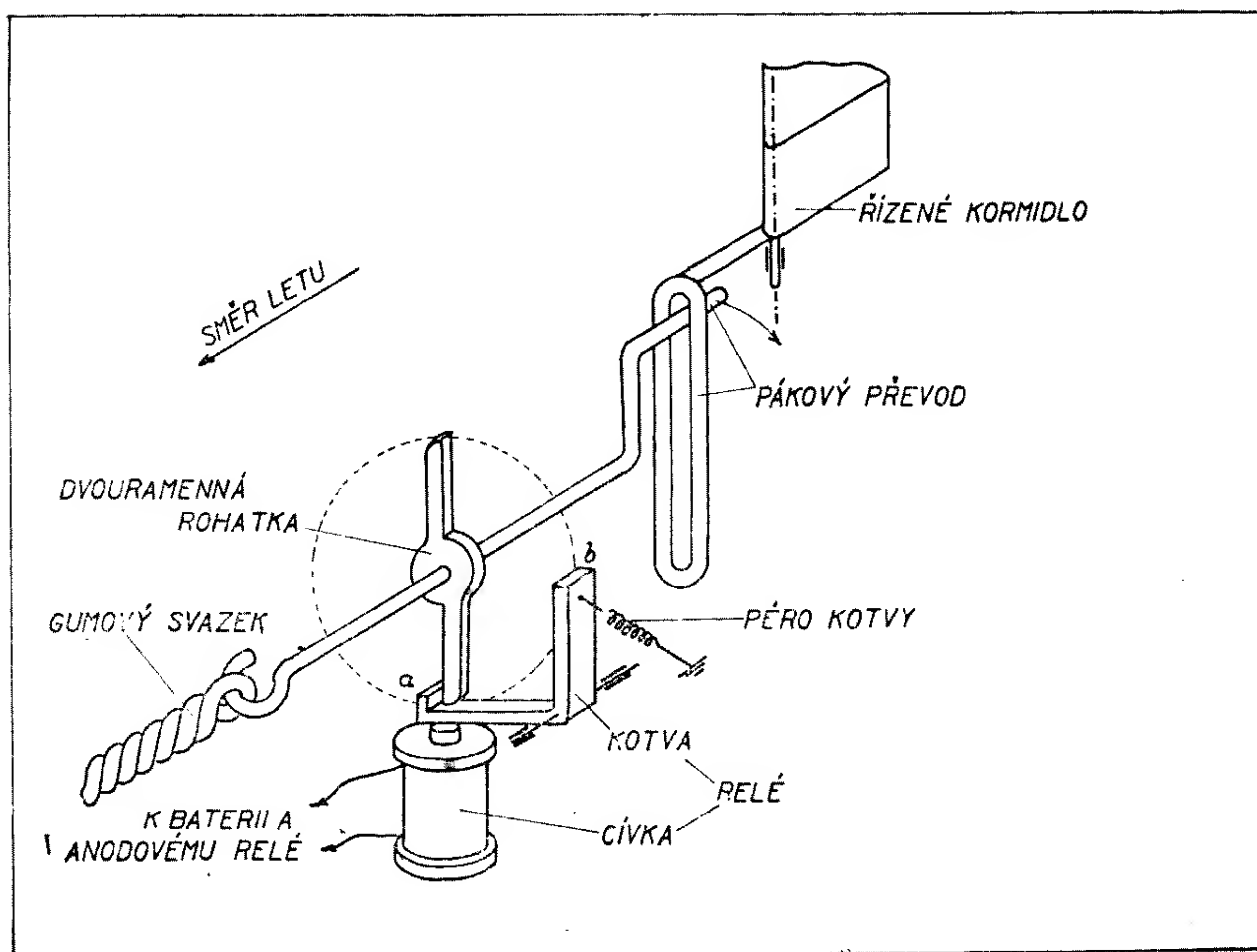
## 1.0. Podmínky a principy dálkového řízení

Princip dálkového řízení si vysvětlíme na blokovém zapojení (obr. 1). Obsluha podle pohybu modelu a zamýšleného manévru nastaví ovládací páku zdroje povelu do příslušné polohy. Pohybem a nastavením ovládací páky vyšle zdroj povelů povelový signál (na př. určitý počet impulsů, změni šířku impulsů, změni modulační kmitočet vysílače atd.). Ve vysílači vznikne nosná vlna s namodulovaným povelovým signálem, který po detekci a zesílení v přijimači ovládá anodové relé. Ovládací zařízení, které je připojeno na anodové relé, přemění povelový signál na mechanický pohyb, kterým se změni nastavení ovládaného prvku.

Popsané zařízení musí splňovat několik podmínek. Vysílač i přijímač musí být dostatečně stabilní, jednak abychom

nepřekročili poměrně přísné koncesní podmínky (odchýlení od povoleného kmitočtu), jednak aby se nastavení přijímače nezměnilo. V opačném případě může ovládání selhat. Stabilita je dána téměř výlučně stabilitou napětí použitých zdrojů jak ve vysílači, tak i v přijimači. U vysílače máme možnost použít k napájení olověného akumulátoru nebo vibrátorem.

Tato kombinace má vyhovující stabilitu. U přijímače je situace horší: pro úsporu váhy jsou použité baterie přetěžovány, takže jejich napětí klesá rychleji než při předepsaném zatížení. I tak představují zdroje pro přijímač (a ovládací zařízení) obvykle polovinu váhy celého zařízení, které je v modelu umístěno i při použití miniaturních anodů naší výroby. Je proto nutno baterie častěji vyměňovat a pokud možno omezit dobu jejich zatížení přijímačem. Protože nejsou na trhu miniaturní šestivoltové akumulátory pro žhavení, odpadá v při-



Obr. 2. Ovládací zařízení pro řízení jednoho prvku s dvouramennou rohatkou

jímači použití síťových elektronek, které by lépe vyhovovaly větší strmosti a odolností vůči otřesům. V některých případech možno použít elektronek RV12-P2000 a RL12T1, které mají sice dosti vysoké žhavicí napětí (12 V), ale proud pouze 74 mA. Proto se v přijímačích používá jen bateriových elektronek, které pracují v pásmu 27,12 MHz spolehlivě. Na vyšším pásmu 40,68 MHz je jejich použití v detekčním stupni přijímače problematické a v pásmu 132,25 MHz úplně vyloučené. Čtvrtvlnné anteny pro vysílače v pásmu 27 MHz jsou již nepohodlné a mají délku asi 2,65 m. V přijímači pak musíme použít anteny kratší, která má ovšem menší účinnost.

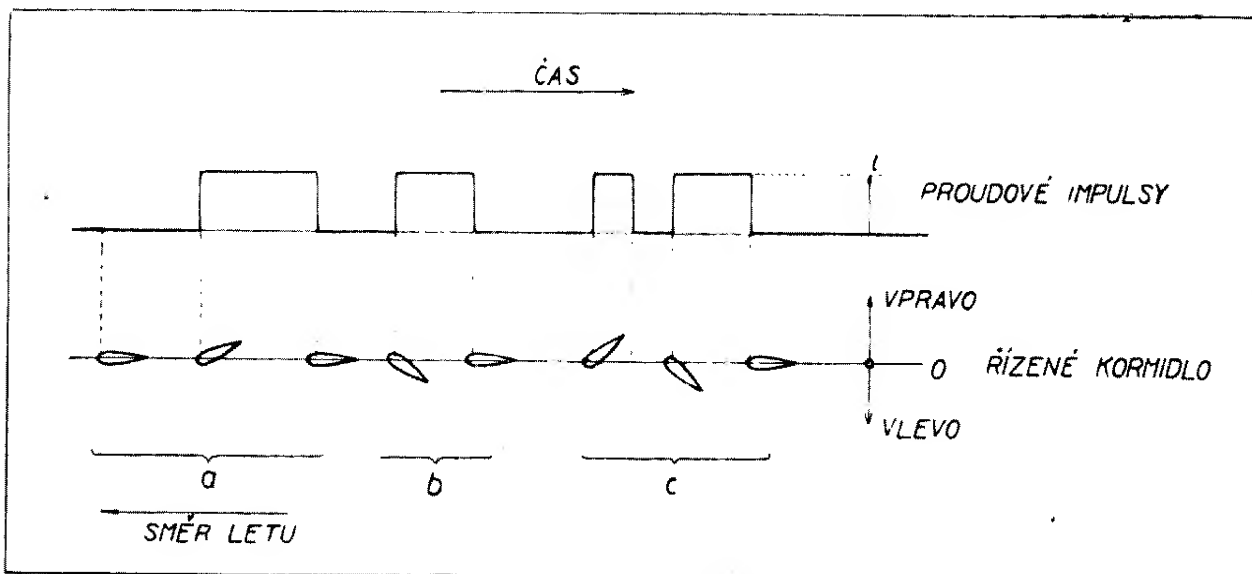
Maximální potřebný dosah, t. j. vzdálenost mezi vysílačem a přijímačem, kdy je zaručen spolehlivý přenos povelových signálů, je 0,5 km. Na větší vzdálenost nevidíme již přesně ani u velkých modelů (kolem 2 m rozpětí křídel) reakce letadla na povelové signály. Větší dosah tak přispívá pouze ke zvýšení bezpečnosti ovládání.

Bezpodmínečně je nutno ovládat směrové kormidlo, abychom model neztratili „z dohledu vysílače“ a mohli přistát na určitém místě. U větších a těžších modelů je nutno ovládat i výškovku, neboť nebezpečí poškození modelu při přistání se stoupající vahou modelu

vzrůstá. Ovládání výškovky zamezí také ulétnutí modelu v thermice.

Ideálním případem by bylo ovládat obě kormidla plynule a tak, aby jejich poloha okamžitě odpovídala postavení řídicí páky na zdroji povelů. Toto zařízení je možno realizovat z dostupných součástí. Vážilo by však asi 1,6 kg. To by předpokládalo model o rozpětí křídel asi 3 m s motorem o obsahu válce asi 20 cm<sup>3</sup>. Zatím největší motory rozšířené mezi našimi modeláři mají obsah asi 10 cm<sup>3</sup>. Takový motor utáhne model o rozpětí křídel kolem 2 m a dovoluje užitečné zatížení asi 1 kg. Řešením by bylo použití výkonného motoru se žhavicí svíčkou, který nepotřebuje za letu ani zapalovací cívku ani baterii. Tím bychom ušetřili asi 250 gr. Nejvíce rozšířené detonační motory o obsahu 2,5 cm<sup>3</sup> je možno namontovat do modelu o rozpětí křídel kolem 1,2 m, který unese asi 0,5 kg, což je asi váha jen pro zařízení k ovládání směrovky. Detonační motory však mají menší životnost a větší spotřebu než motory benzinové, což je dosti značná nevýhoda u dálkově řízených modelů, se kterými obvykle létáme déle než s modely volnými nebo upoutanými.

Podle druhu povelového signálu, zdroje povelů a ovládacího zařízení můžeme



Obr. 3. Tvar a trvání povelových signálů a příslušné polohy řízeného prvku při použití dvou-ramenné rohatky

rozdělit bezdrátové dálkové řízení podle tabulky na str. II obálky.

V dalším si podrobně popíšeme a vysvětlíme činnost jednotlivých principů dálkového řízení a zhodnotíme jejich vlastnosti.

### 1.1. Řízení jednoho prvku do krajních poloh s proudovou pracovní polohou

Nejdůležitější součástí je dvouramenná rohatka, poháněná gumovým svazkem. Osa rohatky je zakončena klikou, která se pohybuje ve vidlici upevněné na páce ovládaného kormidla (obvykle směrového). Rohatka, páka a klika kormidla jsou drženy v nulové poloze, t. j. pro přímý směr letu záchytem „a“ kotvy uvolňovacího relé, pomocí pera kotvy (obr. 2).

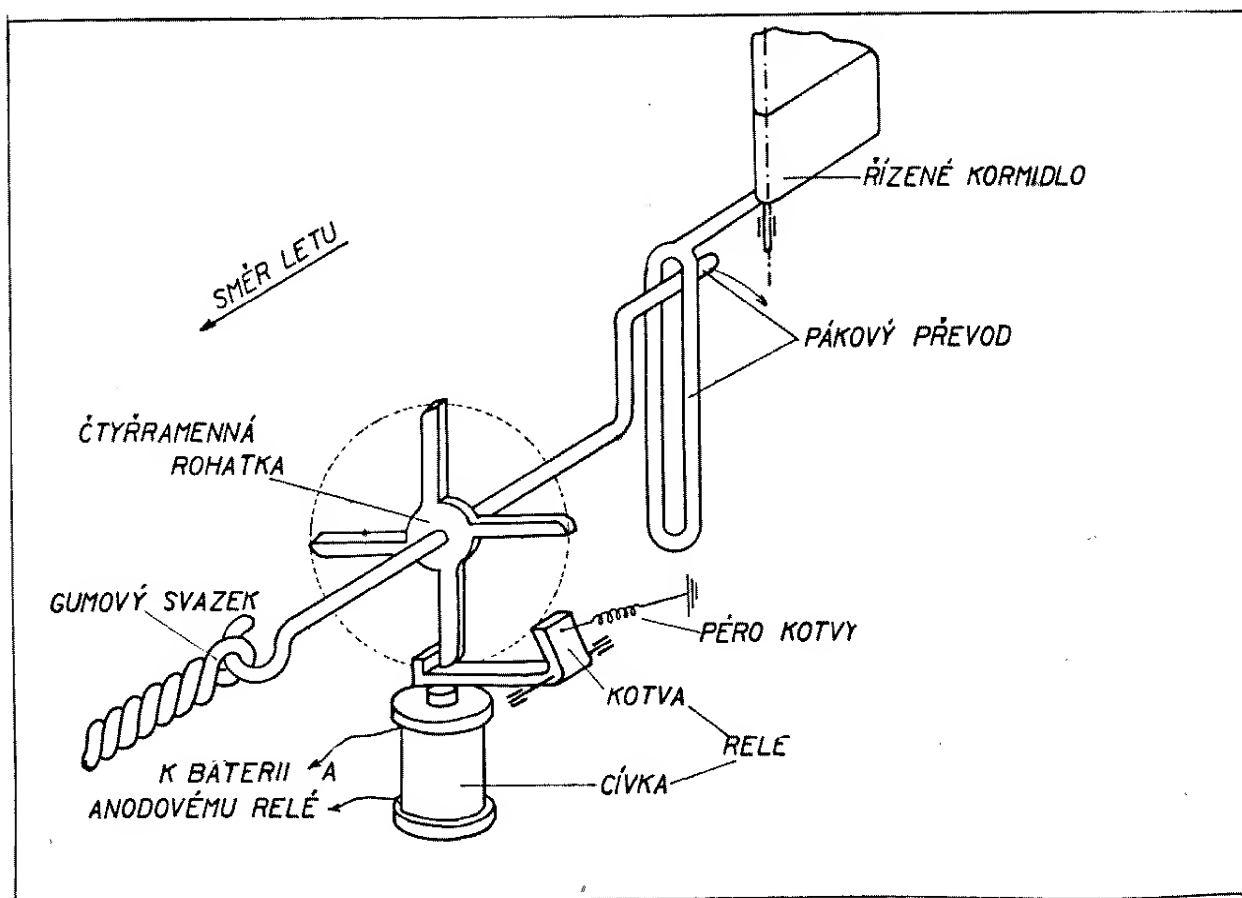
Zavedeme-li do cívky relé proud, přitáhne se kotva relé a záchyť „a“ uvolní rameno rohatky. Osa s rohatkou a klikou se začne otáčet. Když se otočí o 90° ve směru šipky, narazí druhé rameno

rohatky na rameno kotvy „b“, které se přitážením kotvy dostalo do dráhy rohatky. Tím se současně klikou pomocí vidlice vychýlí páka na kormidle, které se vychýlí. Tato výchylka trvá po dobu zapnutí uvolňovacího relé (obr. 3).

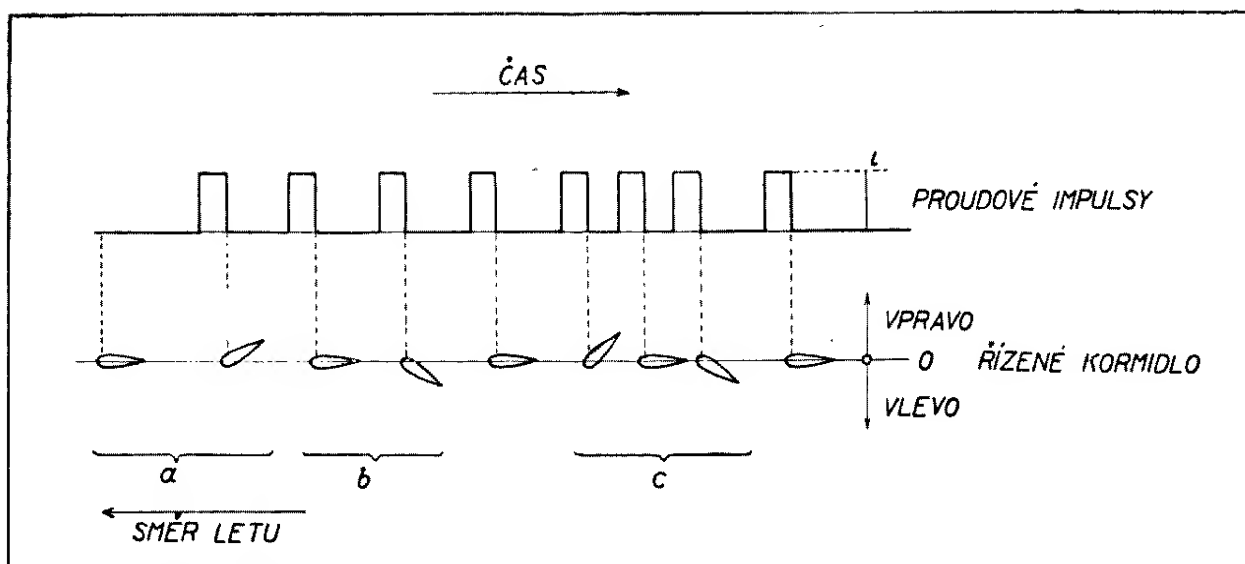
Při vypnutí proudu vrátí se působením pera kotva do původní nulové polohy. Tím je uvolněno rameno rohatky, takže osa s rohatkou a klikou se začne otáčet. Pohyb je zastaven výstupkem kotvy „a“, takže celý systém včetně kormidla se dostane do nulové polohy.

Při dalším proudovém impulsu nastane výchylka kormidla na druhou stranu a po skončení proudového impulsu se kormidlo vrátí opět do nulové polohy (obr. 3b). Je tedy zřejmé, že všechny na př. liché impulsy způsobují výchylky na jednu stranu, a všechny sudé impulsy výchylku na druhou stranu.

Vyskytne-li se při letu modelu situace, že po zatáčení vlevo, tedy již v přímém



Obr. 4. Ovládací zařízení pro řízení jednoho prvku se čtyřramennou rohatkou



Obr. 5. Tvar a trvání povelových signálů a příslušné polohy řízeného prvu při použití čtyřramenné rohatky

letu, potřebujeme znovu zatáčet vlevo, musíme vyslat dva impulsy. Prvním impulsem vychýlíme na okamžik kormidlo vpravo a pak teprve vlevo, jak jsme původně chtěli. Stane-li se podobný případ při přistávání, kdy se vyhýbáme nějaké překážce, může snadno dojít k nehodě modelu. Je tedy lepší si při používání tohoto systému zvyknout spíše zatáčky přetahovat a pak krátkou výchylkou na druhou stranu let korigovat (obr. 3c). Nevýhodou je tedy prodloužení doby od vydání k provedení stejného povelu.

Velkou nevýhodou tohoto systému je značná spotřeba elektrické energie pro uvolňovací relé, které musí být pod proudem po celou dobu výchylky kormidla.

Všechny polohy kormidla jsou vždy stejné a přesně určené. Toto zařízení je použitelné většinou jen pro směrové kormidlo, které nevyžaduje tak nutně plynulé ovládání. Mezipolohy nejsou možné, takže je možno zatáčet se stále stejným poloměrem. Ostré zatáčky nastavením větší výchylky směrového kormidla není možno provádět, protože při zatáčce trvající delší dobu hrozí nebezpečí skluzu modelu po křídle.

Zdrojem povelů – impulsů – může být tlačítko, protože si snadno zapamatujeme jak zásadu bez proudu – rovný

let, s proudem zatáčení, tak i pořadí poloh kormidla (vlevo, nula, vpravo, nula, vlevo atd.).

## 1.2. Řízení jednoho prvku do krajních poloh s bezproudovou pracovní polohou

Abychom odstranili nevýhodu velké spotřeby energie u zařízení s dvouramennou rohatkou, použijeme rohatky čtyřramenné, jak je to zřejmé z obr. 4.

Činnost zařízení je tato: zapnutím uvolňovacího relé je přitažena kotva, rohatka se pootočí o  $45^\circ$  a je zastavena druhým ramenem kotvy relé. Po vypnutí proudu do relé vrátí se působením péra kotva do klidové polohy a rohatka se pootočí o dalších  $45^\circ$ . Tím se klikou vychýlí kormidlo (obr. 5a).

Vysláním dalšího krátkého impulsu se kormidlo dostane opět do nulové polohy. Následující impuls pak způsobí opačnou výchylku (obr. 5b). Chceme-li opakovat na př. zatáčení vlevo, musíme vyslat tři impulsy, při čemž se kormidlo vychýlí na okamžik vpravo. Tím se prodlužuje doba od vydání k provedení povelu a zvyšuje se nebezpečí nehody při přistávání a vyhýbání překážce, jak jsme o tom hovořili u zařízení s dvouramennou rohatkou.

Úspora spotřeby energie je vykoupena prodloužením doby pro vykonání povelu a složitějším ovládáním, zvláště

když používáme jednoduchého tlačítka. Naopak umožňuje toto zařízení mezi-položky asi se 70% výchylkou, necháme-li zapnuto uvolňovací relé, takže rohatka zůstane pootočená o  $45^\circ$ . Mezi-položku je možno použít jak před, tak i po krajní poloze kormidla. Je ovšem třeba pamatovat na to, že tím stoupá spotřeba elektrické energie.

### 1.3. Řízení dvou prvků do krajních poloh s proudovými pracovními polohami

Tento systém používá rovněž čtyřramenné rohatky s uvolňovacím relé a je poháněn opět gumovým svazkem. Umožňuje ovládání jak směrového, tak i výškového kormidla pomocí dvojité plechové vačky, jejíž tvar je zřejmý z obr. 6. Mezi plochami vačky se pohybují vodící válečky, upevněné na dlouhých pákách. Táhla k výškovce a směrovce jsou připevněna ke koncům pák.

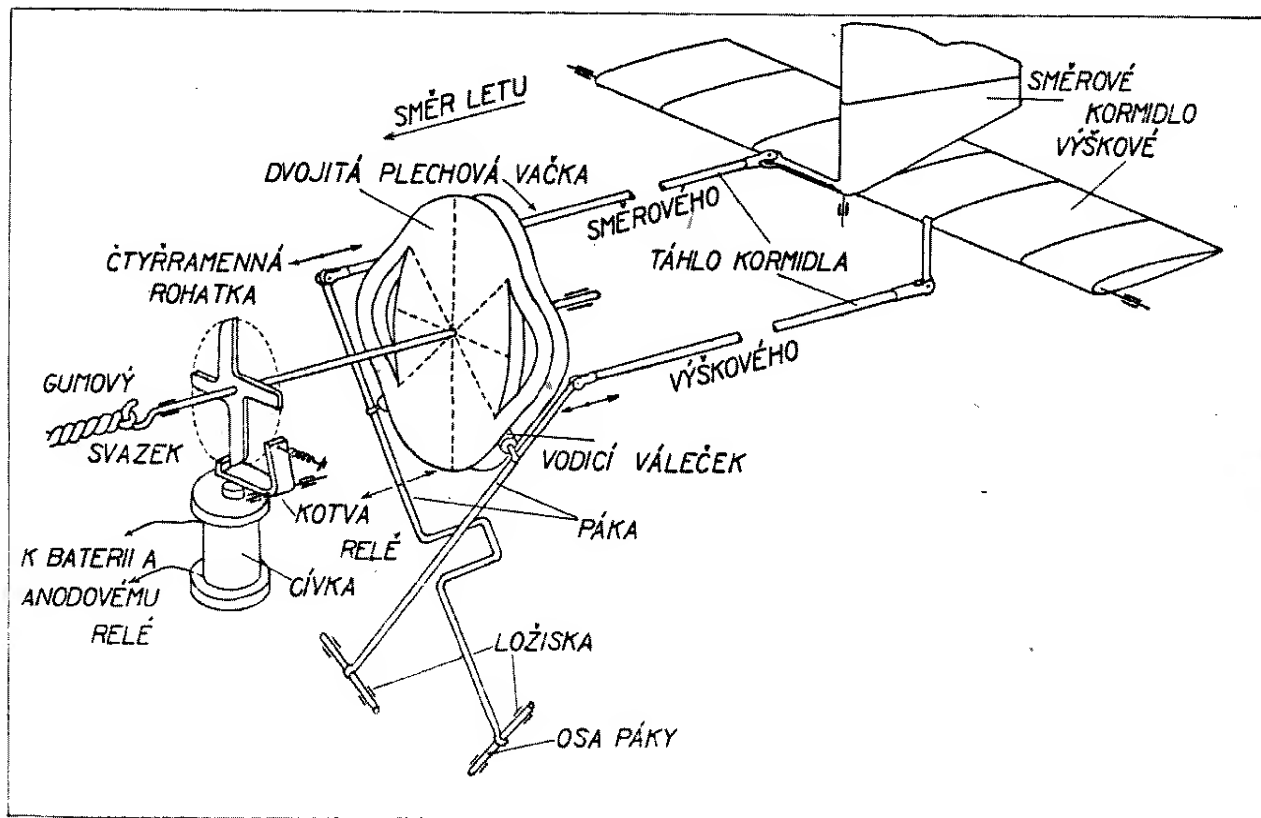
Zapnutím proudu do cívky uvolňovacího relé se přitáhne kotva relé. Její výstupek uvolní rameno rohatky a osa poháněná gumovým svazkem s rohatkou a dvojitou plechovou vačkou se začne otáčet ve směru šipky na obr. 6.

Pohyb je zastaven druhým ramenem kotvy uvolňovacího relé po pootočení o  $45^\circ$ .

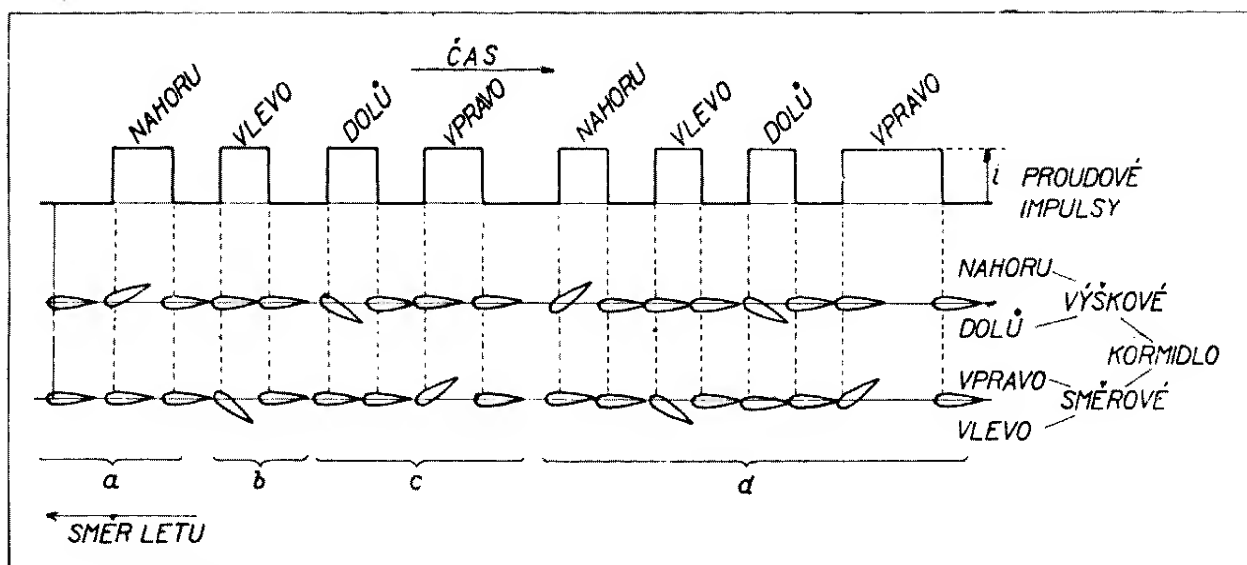
Podívejme se, do jaké polohy se nyní dostaly vodící válečky a páky, na kterých jsou upevněny. Vodicí váleček i páka směrového kormidla zůstává v nulové poloze; naproti tomu vodící váleček výškového kormidla naběhne na vydutí vačky, čímž se páka a táhlo výškovky posune (ve směru letu) dozadu a výškové kormidlo se zvedne. Tím dostáváme stoupavý režim letu modelu, jehož trvání je dáno délkou proudového impulsu (obr. 7a). Po skončení impulsu se osa s rohatkou a vačkou pootočí o dalších  $45^\circ$  a výškové kormidlo se vrací do nulové polohy.

Při dalším impulsu a pootočení rohatky a vačky zůstane výškovka v nulové poloze a dojde naopak k výchylce směrovky, v našem případě vlevo (obr. 7b).

Chceme-li po zatáčení vlevo zatáčet vpravo, musíme vyslat dva impulsy. Během prvního impulsu dojde na okamžik k výchylce výškového kormidla dolů a teprve druhý proudový impuls



Obr. 6. Ovládací zařízení pro řízení dvou prvků střídavě čtyřramennou rohatkou



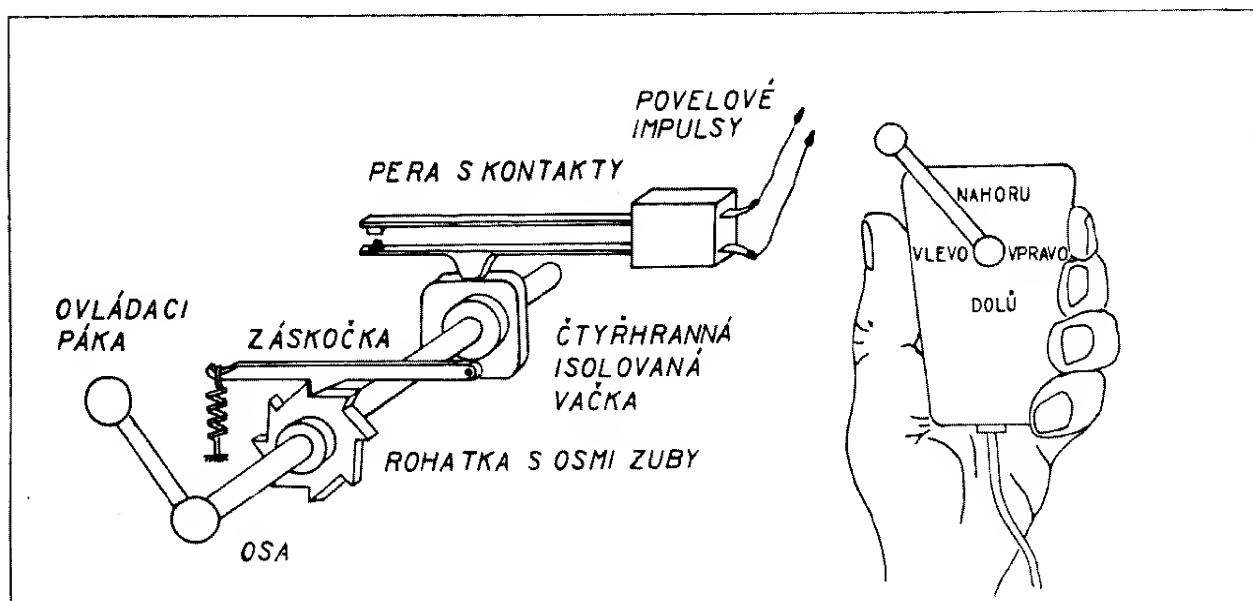
Obr. 7. Tvar a trvání povelových signálů a příslušné polohy řízených prvků i zařízení z obr. 6

pootočí vačku do polohy pro zatačení vpravo. Prodlužuje se tedy v tomto případě doba pro provedení povelu (obr. 7c).

Chceme-li nyní po skončení povelu „vpravo“ tedy v přímém letu (obě kormidla v nulové poloze) opakovat zatačku vpravo, musíme vyslat čtyři impulsy. Každý impuls způsobí nežádanou výchylku kormidel; teprve při čtvrtém impulsu dostaneme výchylku směrovky vpravo (obr. 7d). Při opakování povelu se tedy opět prodlouží doba k provedení opakovaného povelu a ještě dojde na okamžik k oběma výchylkám dru-

hého kormidla a k opačné výchylce kormidla, vykonávajícího povel.

Zřejmou nevýhodou tedy je delší doba provádění povelu a nežádané výchylky kormidel při přecházení po sobě jdoucích poloh vačky. Protože není možnost plynulého řízení, je nutno nastavit zvláště u výškového kormidla jen malé maximální výchylky. Při nastavení větších maximálních výchylek bychom nežádanými výchylkami model rozhoupali. Proto lze tohoto poměrně jednoduchého systému použít jen pro korekci letu, t. j. nastavit jen malé výchylky kormidel. Další nevýhodou je větší spotřeba elek-



Obr. 8. Zdroj povelů pro vysílání impulsů k řízení dvou prvků čtyřramennou rohatkou



trické energie, protože po dobu vykonávání povelu musí být uvolňovací relé zapnuto.

Jako zdroj impulsů může se použít také jen tlačítka, naučíme-li se pořadí povelů (nahoru-vlevo-dolů-vpravo). Výhodnější je použití povelového zdroje podle obr. 8.

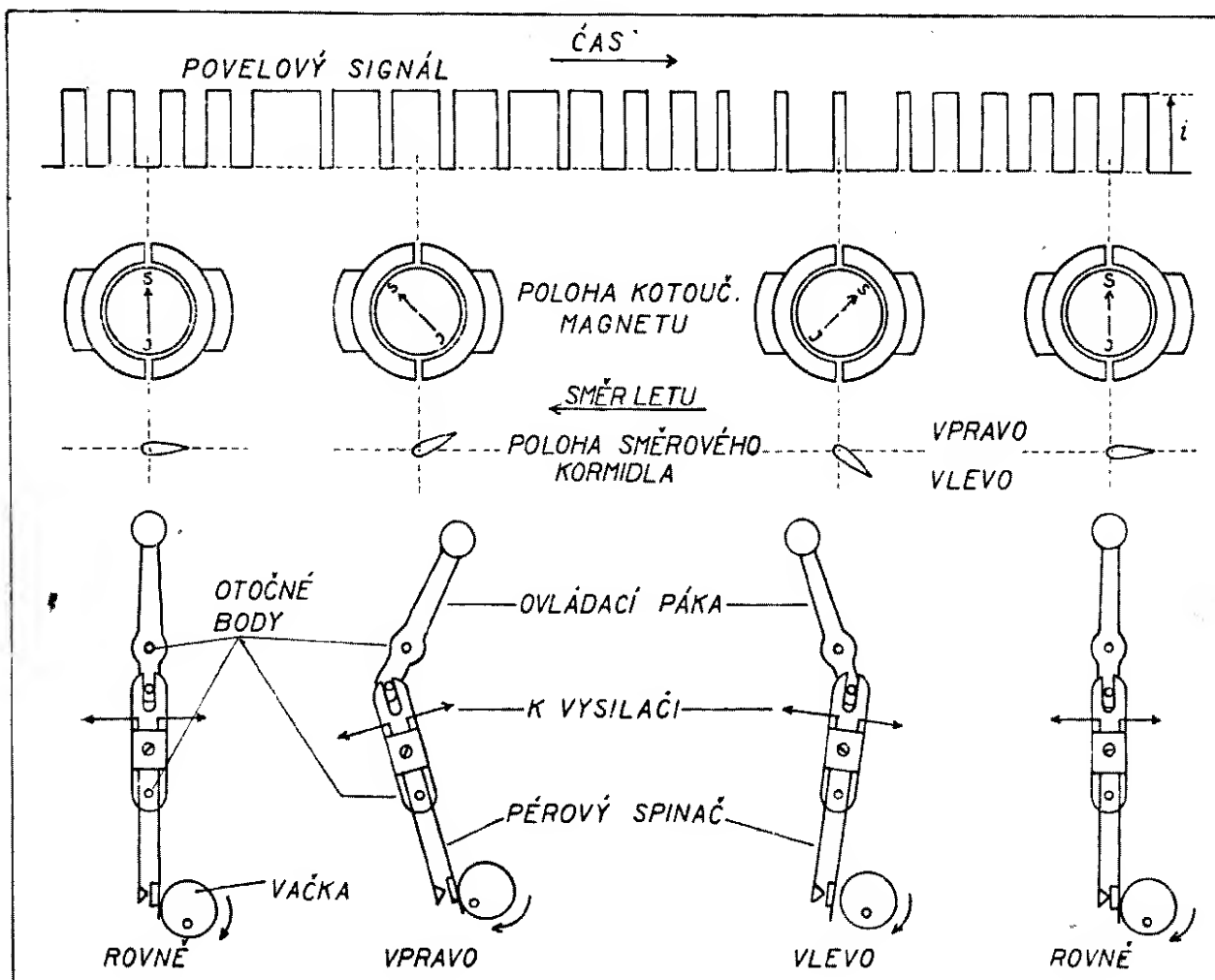
Zdroj povelů se skládá z osy, na které je nasazena ovládací páka, osmizubová rohatka se záskočkou a čtyřhrannou vačkou. Na čtyřhrannou vačku z izolčního materiálu dosedá výstupek péra s kontakty. Polohy mezi činnými polohami odpovídají rozepnutým kontaktům, tedy nulové poloze kormidel.

Pootočíme-li řídicí pákou z nulové polohy do příslušné činné polohy ve směru šipky, vyšleme současně příslušný počet impulsů. Ovládací zařízení nám

tedy vykoná ten povel, na kterém zůstane nastavena ovládací páka povelového zařízení.

#### 1.4. Řízení jednoho prvku plynule a okamžitě změnou šířky impulsu a mezery

Doposud jsme hovořili o zařízení, která umožňovala buď přímý let (nulová poloha) nebo konstantní výchylku na jednu i druhou stranu. Hovořili jsme již o tom, že takové zařízení je možno použít jen pro korekci letu. Pro skutečné řízení, kdy změna polohy řídicí páky na zdroji povelů způsobí okamžitě změnu polohy řízeného kormidla, je nutné, aby povelový signál měnil plynule svůj charakter. U tohoto zařízení jsou základním povelovým signálem impulsy, jejichž šířka i mezera mezi nimi jsou

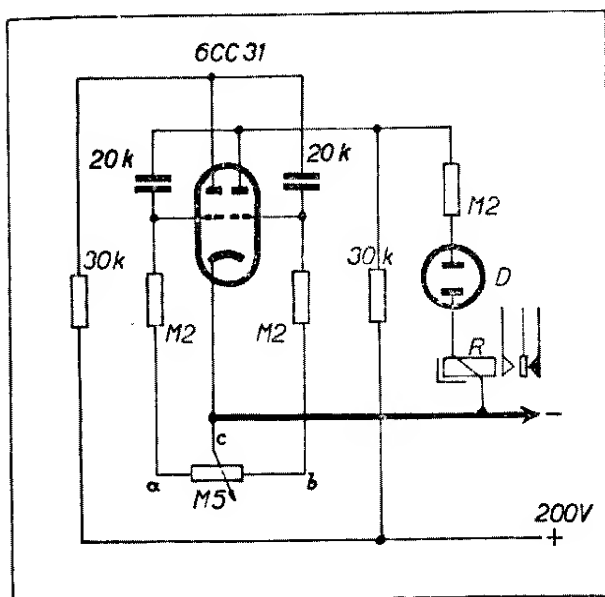


Obr. 9. Nahoře: Tvar a trvání impulsů pro plynulé řízení jednoho prvku změnou šířky impulsů  
 Uprostřed: Poloha elektromechanického měniče a ovládaného prvku  
 Dole: Provedení a příslušné polohy páky zdroje povelů

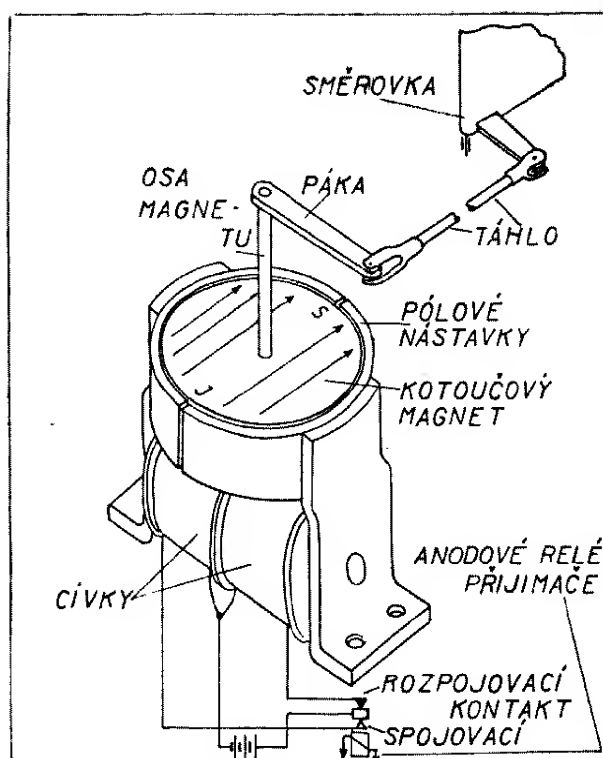
stejně (obr. 9a). Tento tvar povelového signálu odpovídá nulové poloze řízeného prvku. Pro výchylku prvku na jednu stranu pak zmenšujeme mezeru a zvětšujeme šířku impulsu (obr. 9b) a naopak pro výchylku na druhou stranu zmenšujeme šířku impulsu a zvětšujeme mezeru (obr. 9c). Velikost výchylky je úměrná poměru impulsu k mezeře (výchylka na jednu stranu) nebo mezery k impulsu (výchylka na druhou stranu).

Zdroj, který nám bude vyrábět takovéto impulsy, je nakreslen na obr. 9 dole. Otočná řídicí páka vychyluje pérový spínač, který je střídavě zapínán a vypínán rotující vačkou. Je-li řídicí páka ve střední poloze, je pérový spínač nastaven tak, aby doby, kdy je vypínač vačkou zapnut a vypnut, byly stejné. Zdroj povelů tedy vysílá povelové impulsy stejně široké jako mezery mezi nimi. Vychýlíme-li řídicí páku vpravo, přiblíží se pérový vypínač k vačce, čímž se zmenší mezera mezi impulsy a zvětší se šířka impulsu. Při vychýlení řídicí páky vlevo se naopak vypínač od vačky vzdálí, čímž se zvětší mezera mezi impulsy a zmenší se jejich šířka.

Místo mechanického zdroje impulsů různé šířky můžeme použít i multivibrátorového zapojení elektronek. Na obr. 10 je použito dvojité triody 6CC31; relé zapínající vysílač je připojeno přes ne-



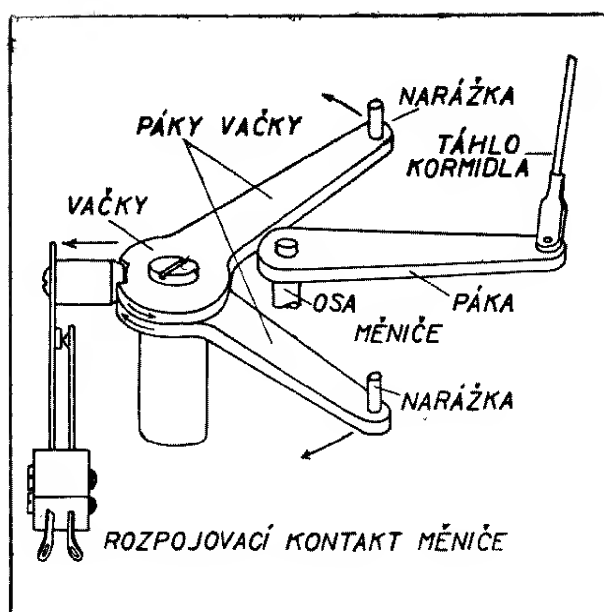
Obr. 10. Multivibrátor pro elektronické získávání impulsů různé šíře



Obr. 11. Náčrtek elektromechanického měniče pro přeměnu povelových impulsů různé šíře na odpovídající polohu řízeného prvku

onku na anodu jedné triody. Je-li běžec potenciometru přesně uprostřed, pracují obě triody symetricky a také šířka impulsu a mezery jsou stejné. Podle toho, zda posuneme běžec potenciometru na jednu nebo na druhou stranu, mění se poměr šířky impulsu k šířce mezery. Neonka nám působí jako oddělovací člen mezi anodou a polarisovaným relé. Indukčnost relé by nám totiž deformovala obdélníkový tvar impulsů.

K přeměně elektrického povelového signálu na mechanickou výchylku úměrnou poměru šířky a mezery impulsů používáme elektromechanického měniče (obr. 11). Již na první pohled nám připomíná elektromotor a jeho činnost je značně podobná. Mezi pólovými nastavky elektromagnetu je otočně upevněn kotoučový magnet naznačené polarity. Na ose kotoučového magnetu je upevněna páka měniče, která táhlem ovládá kormidlo. Cívka elektromagnetu má dvě stejná vinutí, která přepojovacím kontaktem anodového relé připojujeme střídavě na baterii (obr. 11). Zavedeme-li do anodového relé povelové



Obr. 12. Uspořádání koncových kontaktů měniče pro jeho odpojení při selhání zařízení

impulsy, bude se elektromagnet střídavě magnetovat a kotoučový magnet se začne střídavě natáčet na jednu a druhou stranu. Kývání kotoučového magnetu bude však jen malé, neboť již při kmitočtu impulsů 5 cyklů za vteřinu (5Hz) je setrvačná hmota kotoučového magnetu a odporu vzduchu ovládaného kormidla tak velká, že kormidlo kmitá jen s malou výchylkou kolem střední polohy. Dráha letu tím není ovlivněna.

Budou-li šířka i mezera impulsu stejné (obr. 9a), budou i momenty, natáčející kotoučový magnet na jednu i na druhou stranu stejné a řízené kormidlo se nastaví do nulové polohy pro přímý lét.

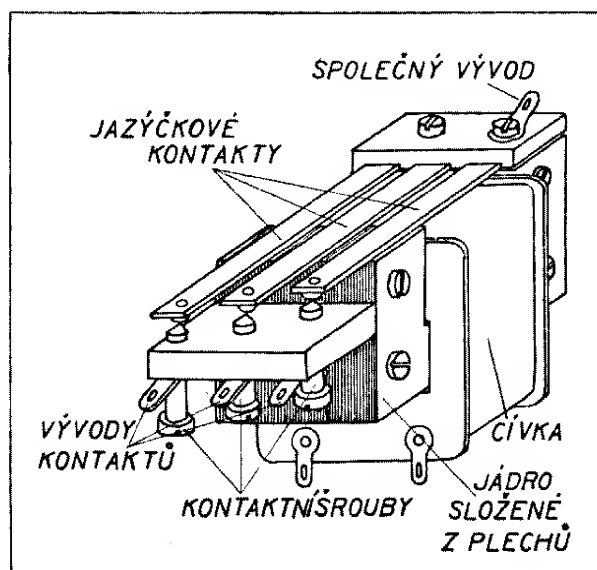
Změnou poměru mezery k šířce impulsu se změní i poměr momentů natáčejících kotoučový magnet a ten se ustálí v poloze tomuto poměru odpovídající. Kormidlo se tím vychýlí na jednu nebo druhou stranu podle toho, zda převládá moment odpovídající šířce impulsu (obr. 9b), nebo zda převládá moment odpovídající mezeře (obr. 9c).

Toto zařízení umožňuje plynulé řízení jednoho prvku poměrně jednoduchým způsobem. Ovládaný prvek reaguje okamžitě na změnu povelového signálu. Nevýhodou je dosti značná spotřeba elektrické energie pro napájení měniče, který je stále pod proudem.

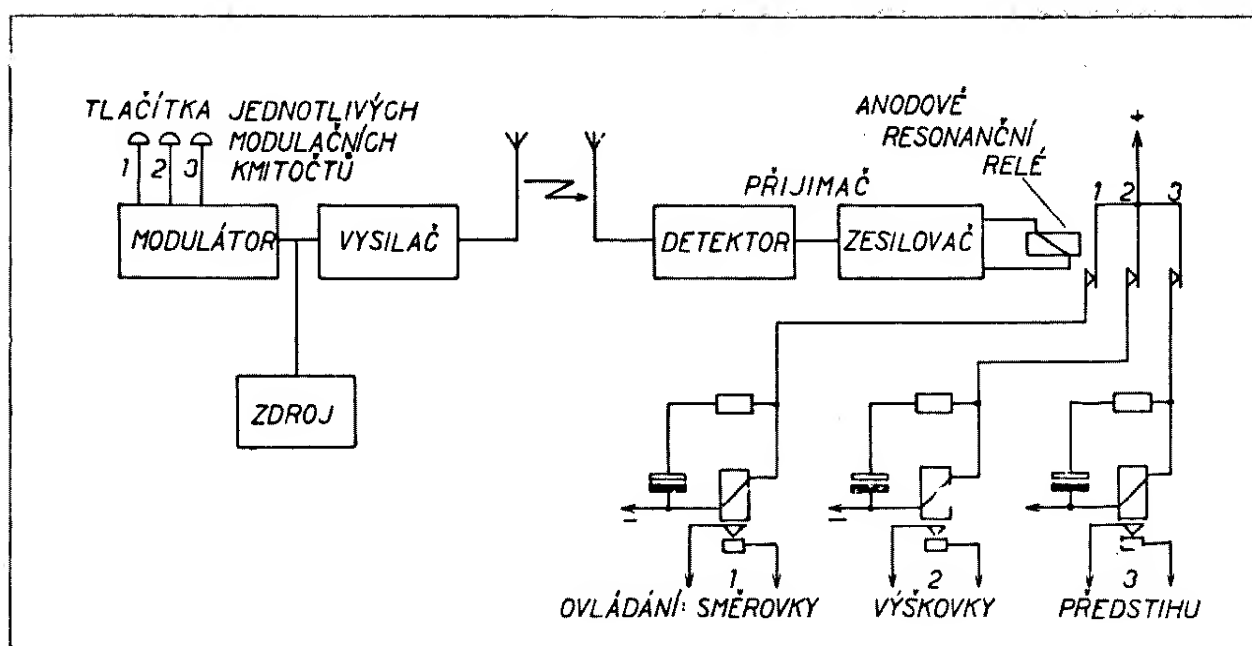
Při poruše ve vysílači nebo přijímači hrozí modelu nebezpečí vývrtky, protože anodové relé zůstane buď trvale zapnuto nebo vypnuto, čímž řízené kormidlo dostane maximální výchylku na jednu nebo na druhou stranu. Namontujeme-li na obě strany páky (měniče) nárazky koncového kontaktu, které po vychýlení páky trvale vypnou elektromechanický měnič, vrátí se řízené kormidlo působením proudu vzduchu do nulové polohy (obr. 12). Pro větší bezpečnost je možno určit nulovou polohu ještě měkkým pěr-kem.

### 1.5. Řízení více prvků střídavě a nezávisle na pořadí

Jestliže předchozí zařízení splňuje podmínku plynulého a okamžitého ovlá-dání jednoho prvku, je charakteristic-kou vlastností tohoto zařízení ovládání více prvků. Nutnost této podmínky vy-plyvá z mechaniky letu modelu letadla. Zatím co pro model lodě nebo automo-bilu postačuje ovládat kormidlo nebo řízení předních kol a vypínání a zapí-nání pohonného motoru pro pohyb vpřed, vyžaduje letadlo pro úplné řízení ovládání minimálně tři prvků. Pro ří-zení směru alespoň po skocích kormidlo směrové, pro řízení stoupání a klesání plynule výškové kormidlo a pro rychlost modelu plynule plynovou páčku kar-



Obr. 13. Náčrtek anodového rezonančního relé pro přenášení tří povelových signálů třemi modulačními kmitočty



Obr. 14. Blokové schema celého řetězu pro přenos tří povelových signálů

burátoru motoru nebo páčku pro řízení předstihu zapalování. Pokusili jsme se již řešit otázku ovládání více prvků v odst. 1.3., kde se povely pro ten nebo onen řízený prvek rozdělovaly mechanicky.

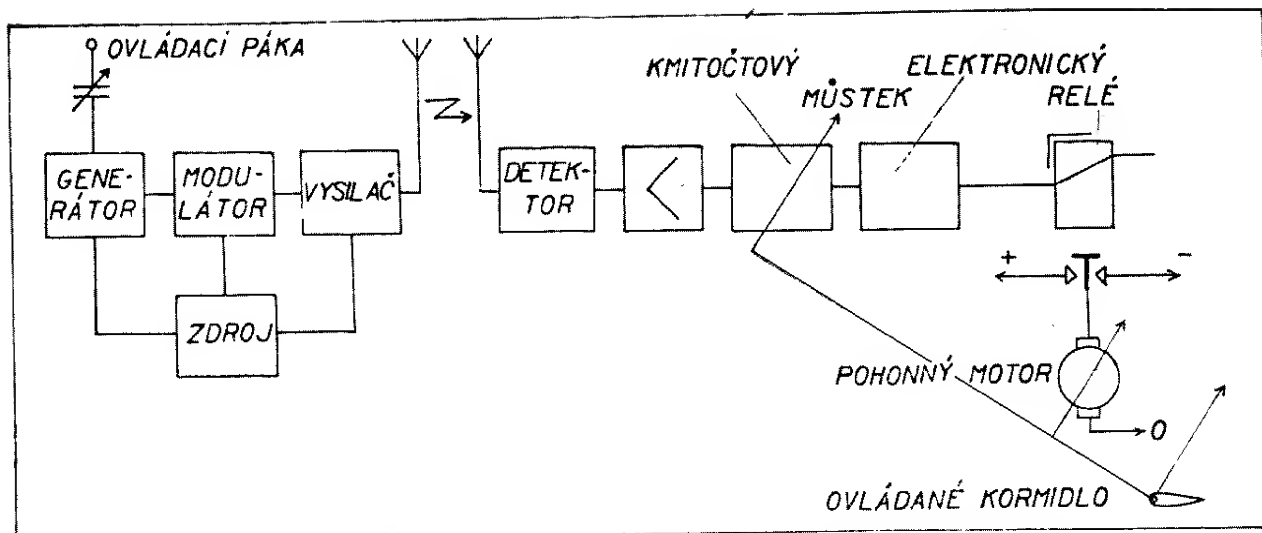
Podstatou tohoto zařízení je dělení povelů pro různé ovládané prvky elektromechanickou cestou. Umožňuje nám to anodové rezonanční relé. Je nakresleno na obr. 13 a skládá se z jádra složeného z plechů, z cívky a jazýčkových kontaktů, které jsou upevněny nad jádrem. Relé je zapojeno v anodovém okruhu zesilovací elektronky pro nízké kmitočty (obr. 14). Povelovými signály jsou v podstatě různé modulační kmitočty (slyšitelné tóny různé výšky – na př. 150, 170, 210 Hz). Stisknutím příslušného tlačítka na modulátoru je nosná vlna vysilače modulována daným kmitočtem a po detekci a zesílení v přijimači je vedena do anodového rezonančního relé. Cívkou relé prochází tedy proud modulačního kmitočtu, který střídavě magnetuje jádro, složené pro omezení ztrát vířivými proudy z transformátorových plechů. Magnetický obvod jádra se uzavírá přes ocelové jazýčky, které jsou přitahovány a vzhledem k určitému zbytkovému magnetismu i odpuzovány od jádra. Tím se jazýčky rozkmitají. Jazýčky různé délky s kontakty na koncích nejsou nic jiného, než mechanické

rezonanční obvody. Kmitočet, při kterém jednotlivé jazýčky rezonují, je dán jednak jejich pružností, která je úměrná k jejich délce (mechanická kapacita), jednak hmotou kontaktu na konci jazýčku (mechanická indukčnost).

Je možno nastavit modulační kmitočty ovládané tlačítka na modulátoru 1, 2, 3 tak, aby odpovídaly rezonančním kmitočtům jazýčkových kontaktů 1, 2, 3. Stisknutím tlačítka 2 vyšleme tedy na příklad kmitočet 170 Hz a rozkmitá se nám jazýčkový kontakt 2 anodového rezonančního relé. Střídavým zapínáním proudového okruhu se zapíná i příslušné relé, jehož kotva však působením filtračního elektrolytického kondensátoru a setrvačné hmoty kotvy zůstane po dobu vysílání modulačního kmitočtu přitahována. Tím je spojen další proudový okruh, který už působí na ovládací zařízení, vykonávající příslušný povel.

Ve spojení s anodovým rezonančním relé můžeme použít všechna dosud popsaná ovládací zařízení:

na př. vysíláním impulsů modulačního kmitočtu 1 můžeme ovládat dvouramennou rohatku, která řídí směrovku, různě širokými impulsy kmitočtu 2 ovládat pomocí elektromechanického měniče plynule výškovku a různě dlouhými impulsy kmitočtu 3 napájet motor, který přes šnekový převod řídí předstih

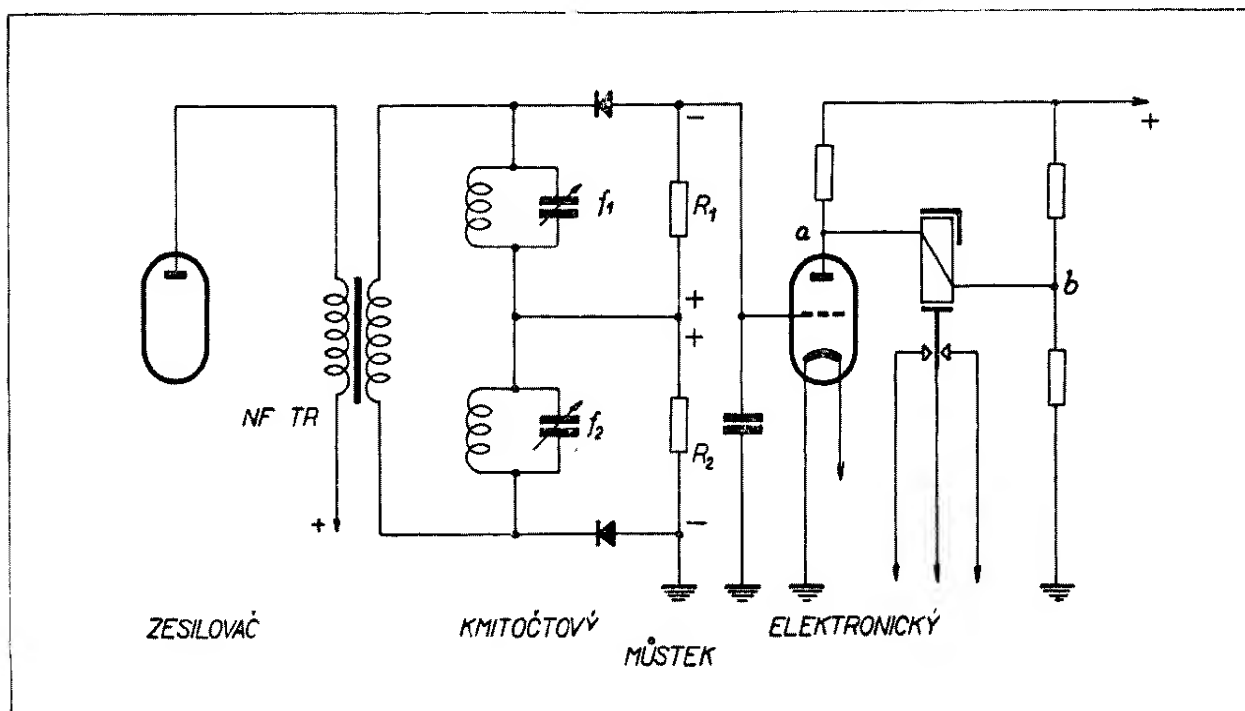


Obr. 15. Blokové schema celého řetězu pro plynulé ovládání jednoho prvku (elektronicky) změnou modulačního kmitočtu

a tím obrátky benzinového motoru. Při správném seřízení rezonančního relé a dostatečném nf výkonu zesilovače je možno ovládat všechny tři prvky současně.

Výhody tohoto řešení dálkového ovládání jsou zřejmé. Nevýhodou je poněkud obtížná konstrukce anodového rezonančního relé i při použití hotových reléových kontaktů, kontaktních šroubů a upraveného transformátorového

jádra. Dále je to nutnost použití tří dalších relétek, která rovněž obvykle budeme muset upravit z nějakého vhodného inkurantního typu. Použití tří ovládacích mechanismů vyplývá automaticky z podmínky řízení tří prvků. Vede však ke zvětšení váhy a spotřeby elektrické energie celého zařízení, umístěného v modelu. Pro zajímavost uvedme, že zařízení stejného principu, avšak pro řízení pěti prvků, postavené mistrem

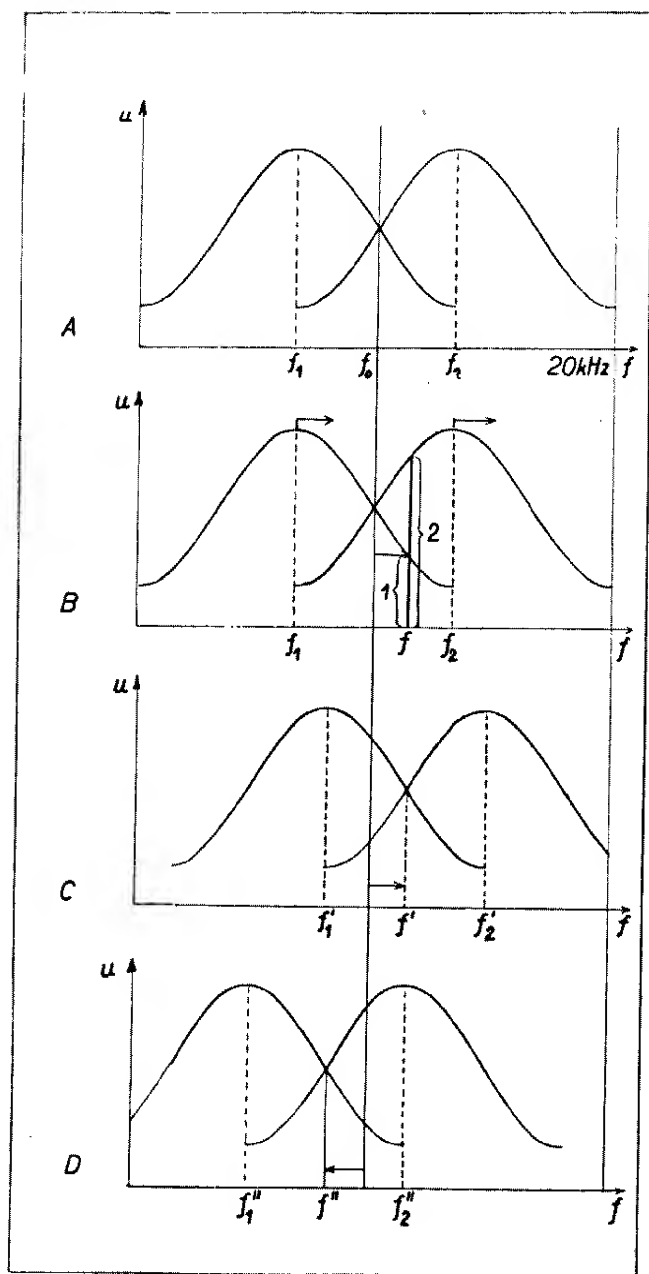


Obr. 16. Zapojení kmitočtového a elektrického můstku pro plynulé ovládání jednoho prvku změnou modulačního kmitočtu

Evropy K. H. Stegmaierem ze speciálních součástí, váží včetně baterií jen 400 g!

### 1.6. Řízení jednoho prvku plynule změnou modulačního kmitočtu

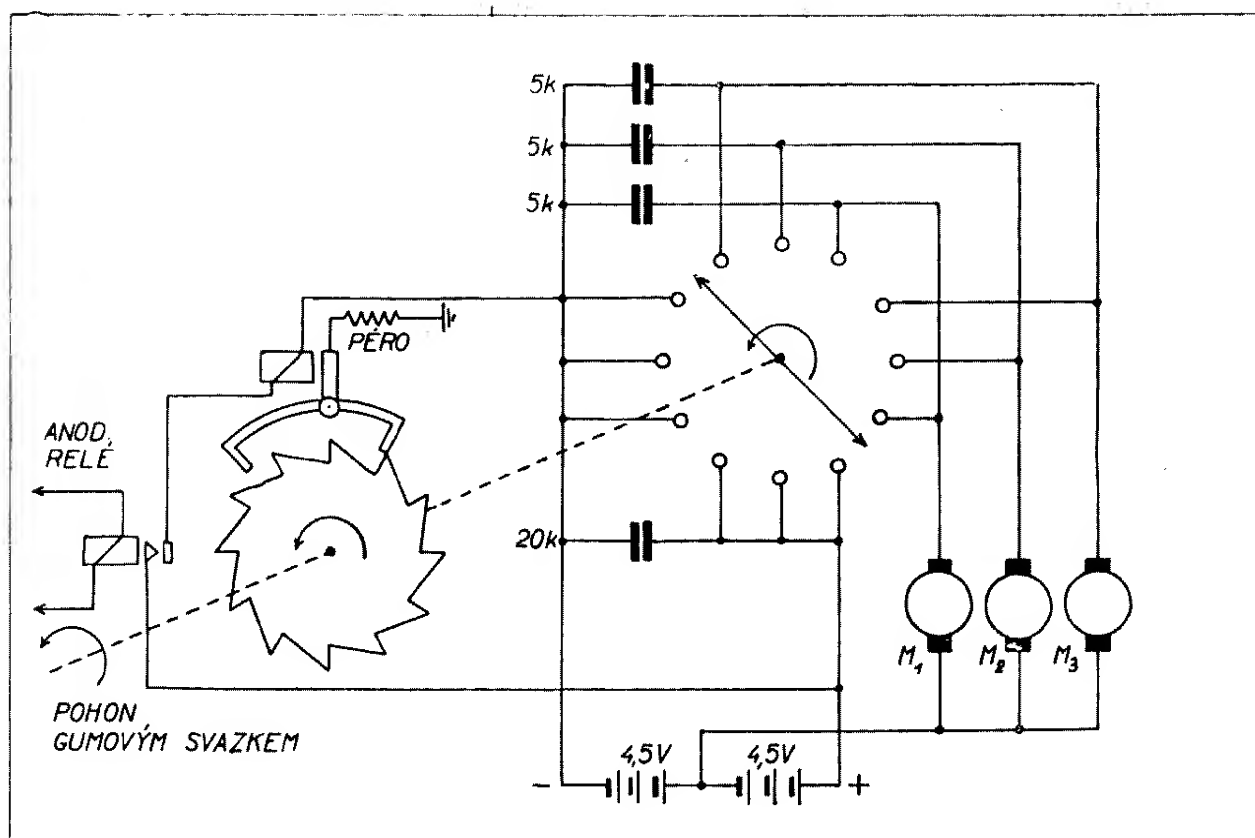
Stejně jako u zařízení popsaného v odstavci 1.5 použijeme opět modulace nosné vlny jako povelového signálu. Abychom mohli ovládaný prvek řídit plynule, měníme plynule i kmitočet modulace. Praktické řešení tohoto na první



Obr. 17. Diagramy, zachycující elektrické poměry na kmitočtovém můstku v různých fázích provádění vyslaného povelu (tedy při změně modulačního kmitočtu)

pohled jednoduchého principu ovládání vyžaduje již vhodnou kombinaci elektroniky s mechanikou ovládání. Na straně vysílací je věc jednoduchá: stačí nasadit na knoflík kondensátoru generátoru, vyrábějícího modulační kmitočet, ovládací páku a máme zdroj povelů hotov (obr. 15). Na přijímací straně je situace horší. Po detekci a zesílení musíme získaný modulační kmitočet – povelový signál – vést na kmitočtový můstek s připojeným elektronickým stejnosměrným můstkem. Mechanickým spojením kmitočtového můstku s pohonným zařízením ovládání dosáhneme toho, že při změně modulačního kmitočtu se oba můstky automaticky vyrovnají, čímž dojde ke změně nastavení ovládacího prvku. Pro řešení kmitočtového můstku můžeme dobře použít principu diskriminátoru (usměrňovače pro kmitočtovou modulaci). Diskriminátor, v našem případě poměrový, nepracuje však v oblasti vysokých kmitočtů, ale při tónových kmitočtech (t. j. v rozsahu do 20 kHz). Jaká je funkce diskriminátoru – kmitočtového můstku? Zapojení vidíme na obr. 16: z koncové elektronky nf zesilovače napájíme přes transformátor dva paralelní rezonanční okruhy; jsou naladěny nad a pod kmitočtem, který odpovídá v našem případě nulové poloze řízeného prvku. Na obr. 17a jsou naznačeny jejich rezonanční křivky s maximem  $f_1$  a  $f_2$ . Střídavá napětí obou obvodů jsou usměrňována a odečítají se na odporech  $R_1$  a  $R_2$ . Podle obrázku 17a jsou tato napětí stejná při kmitočtu  $f_0$  a po odečtení nevznikne na mřížce elektronky stejnoměrného můstku žádné napětí. Pro tento případ je stejnosměrný můstek vyrovnán, na bodech  $a - b$  není napětí a kotvička polarisovaného relé je v nulové poloze (jak je nakreslena), motor je v klidu.

Zvětšíme-li nyní modulační kmitočet, změní se střídavá napětí a tím stejnosměrná napětí podle obr. 17b. Na odporu  $R_1$  vznikne menší napětí než na odporu  $R_2$ , takže výsledné napětí bude záporné. Toto rozdílové napětí, přivedené na mřížku elektronky můstku, způsobí jeho rozladění, na bodech  $a - b$  vznikne napětí a kotvička relé přitáhne na jednu stranu. Tím se zapojí i motor



Obr. 18. Náčrtek ovládacího zařízení pomocí voliče

a začne se otáčet. Otáčením motoru se začne vychylovat ovládaný prvek a současně i kondensátory obou rezonančních obvodů diskriminátoru. Smysl otáčení motoru a tím i kondensátorů je volen tak, že se jejich kapacita zmenšuje a tím se začnou posouvat i jejich rezonanční kmitočty (na obr. 17b naznačeno šipkami). Pohyb motoru, kondensátorů i ovládaného prvku trvá tak dlouho, dokud se nevyrovná napětí na obou obvodech a tím i stejnosměrná napětí na odporech  $R_1$  a  $R_2$ . Vyrovnáním napětí zmizí i napětí na mřížce elektronky stejnosměrného můstku, ten je opět vyrovnáný, kotvíčka relé se vrátí do nulové polohy a vypne motor (obr. 17c).

Při snížení modulačního kmitočtu nastane stejný pochod, ovšem v opačném smyslu. (Obr. 17d.) Vidíme tedy, že se oba můstky pomocí motoru automaticky vyrovnávají podle změny modulačního kmitočtu. Odpovídá tedy v každém případě poloha ovládací páky na generátoru polohy řízeného prvku modelu. Zřejmou výhodou kromě plynu-

lého řízení je úspora energie pro napájení motoru ovládacího zařízení, který je v chodu jen po dobu nastavování nové polohy řízeného prvku. Další výhodou je možnost vysílání dalšího povelu přerušováním modulačního kmitočtu, ať už pro impulsové řízení dalšího prvku plynule nebo po skocích.

Nevýhodou tohoto zařízení je nutnost další elektronky pro stejnosměrný můstek a komplikovanost celého zařízení, která také vede k větší váze.

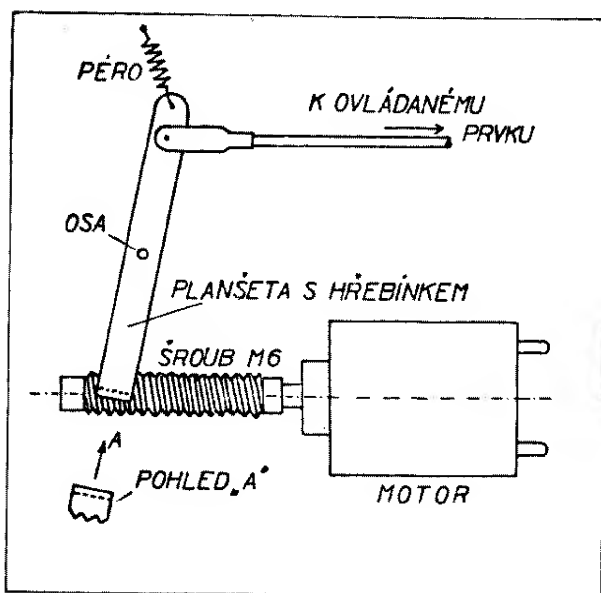
### 1.7. Ovládání více prvků postupně použitím voliče

Snaha po vyřešení ovládání více prvků jedním přenosovým řetězem vedla konstruktéry k použití podobného zařízení, jako je telefonní volič – to je v principu mechanický přepínač elektrických obvodů, ovládaný elektromagnetem. Ovládací zařízení je nakresleno na obr. 18 a pozůstává z dvanáctiramenné rohatky, uvolňované elektromagnetem. Na ose rohatky je připevněn otočný propojovací kontakt. Je-li uvolňovací elek-

tromagnet bez proudu, je otočný kontakt v mezipoloze a není sepnut žádný obvod. Povelový signál zapojí přes anodové relé proud do uvolňovacího elektromagnetu, čímž se osa rohatky pootočí o  $1/24$  otáčky. Otočný kontakt zapojí příslušný motor na baterii. Motor se počne otáčet a pohybuje ovládaným prvkem. Jestliže prvek dosáhl požadované výchylky (konec povelového signálu), uvolňovací elektromagnet se vrátí do bezproudové polohy, osa s rohatkou a otočným kontaktem se opět otočí o  $1/24$  a kontakt rozpojí obvod.

Ovládací zařízení má tedy 12 proudových pracovních poloh, které zapínají střídavě tři motory v jednom a pak druhém smyslu otáčení (na + pól pohonné baterie nebo na - pól). Vystřídání všech motorů v obou smyslech otáčení proběhne za polovinu otáčky osy s rohatkou a kontaktem.

Změna točivého pohybu z osy motoru na posuvný pohyb potřebný k ovládání prvků (výškovka, směrovka, plyn nebo předstih) se děje pomocí jednoduchého převodu, zhotoveného ze šroubu M6 a pérového hřebínku (obr. 19). Krajní polohy prvků jsou vymezeny konci závitu, kdy hřebínek vyjede na hladkou část. Změní-li se smysl otáčení, najede opět hřebínek působením péra do závitu a pohybuje se opačným směrem.



Obr. 19. Jednoduchý šnekový převod pro změnu točivého pohybu na posuvný

Výhodou tohoto zařízení je možnost ovládání více prvků a jejich nastavení do jakékoliv polohy při malé váze zařízení.

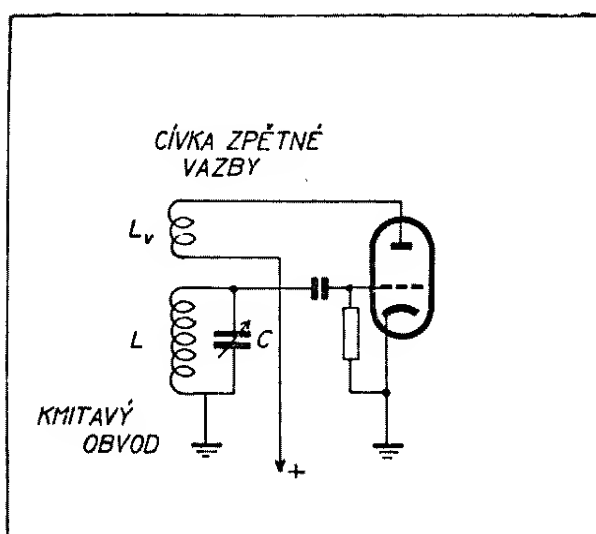
Nevýhodou je delší doba potřebná k vykonání požadovaného povelu (maximálně doba potřebná k vyslání šesti impulsů) a částečné výchylky prvků, jejichž polohy rychle přecházíme, než se zapne prvek žádaný. Prvky můžeme sice nastavit do libovolné polohy, ale můžeme ji jen odhadovat z dráhy letu modelu. Polohy (kromě krajních) nejsou tedy předem stanoveny a bude velmi záležet na obsluze, jak rychle a správně bude na změny v dráze letu reagovat.

## 2. Vysilače

### 2.1. Princip vysilačů

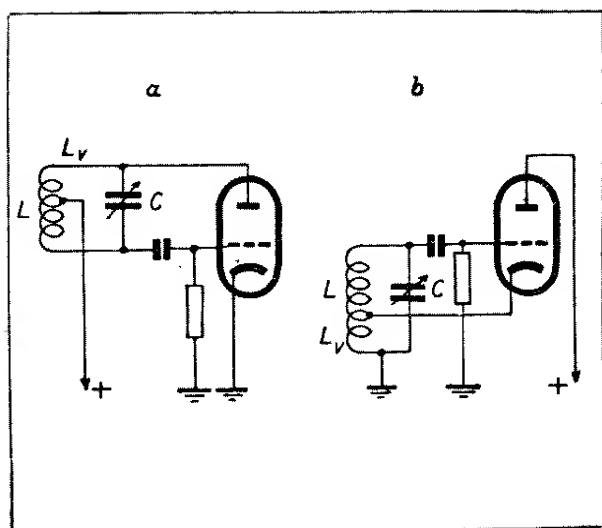
Pod pojmem vysilač si představujeme v radiotechnice zdroj elektrických kmitů, který pomocí připojené anteny vyzařuje do prostoru elektromagnetické vlny. Elektromagnetickými vlnami dosahujeme spojení mezi vysilačem a přijímačem a tím i přenesení sdělovacích signálů – v našem případě povelových signálů k řízení modelu.

Zdrojem elektrických kmitů o vysokém kmitočtu je ve vysilači kmitavý obvod, ke kterému je připojena elektronka (trioda nebo pentoda). Připojíme-li samotný kmitavý obvod na okamžik k nějakému zdroji, vzniknou jen tlumené kmity o kmitočtu, daném hod-



Obr. 20. Principiální schéma elektronkového oscilátoru se zpětnou vazbou



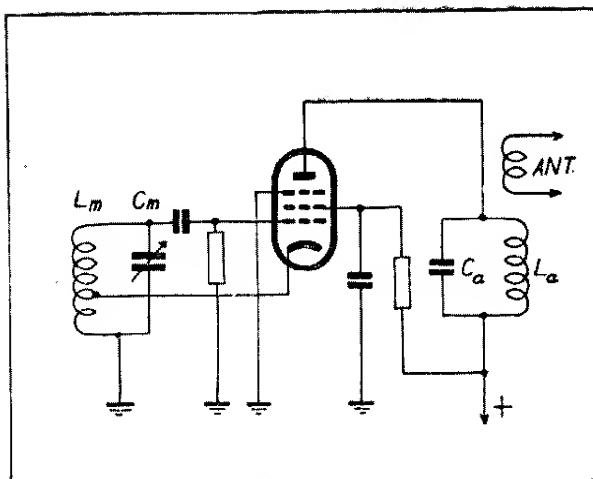


Obr. 21. Tříbodový oscilátor: a) s kmitavým obvodem v anodě, b) s kmitavým obvodem v mřížce

notami cívky a kondensátoru. Abychom získali kmity o stálé výchylce (napětí), musíme hradit ztráty, vznikající v obvodu. Provedeme to zesílením (ze začátku tlumených) kmitů elektronkou a jejich zavedením zpět do kmitajícího obvodu. Takovému zapojení elektronky říkáme oscilátor (obr. 20).

Existuje mnoho různých zapojení elektronkových oscilátorů. Z nich nejpožívanější je tříbodové zapojení (obr. 21), kde část cívky kmitavého obvodu působí současně jako cívka zpětné vazby.

Z tříbodového zapojení podle obrázku 21b se vyvinul po zavedení pentody elektronově vázaný oscilátor. Jako vlastní oscilátor pracuje katoda, řídicí a vysokofrekvenčně uzemněná stínicí mřížka (obr. 22). Anoda pentody pak pracuje spolu s ostatními elektrodami jako zesilovač třídy C do druhého anodového kmitavého obvodu. Tento obvod je oddělen od mřížkového obvodu stínicí a brzdicí mřížkou a vazba je provedena jen tokem elektronů (odtud název). Protože u zesilovače třídy C vzniká značné skreslení, indukují se v anodovém kmitavém obvodu kromě základního kmitočtu i kmitočty harmonické, takže je možno odebírat z anodového obvodu energii o dvoj- nebo i trojnásobném kmitočtu. Zatížení anodového obvodu neovlivňuje mřížkový obvod určující kmitočet, což přispívá k větší stabi-

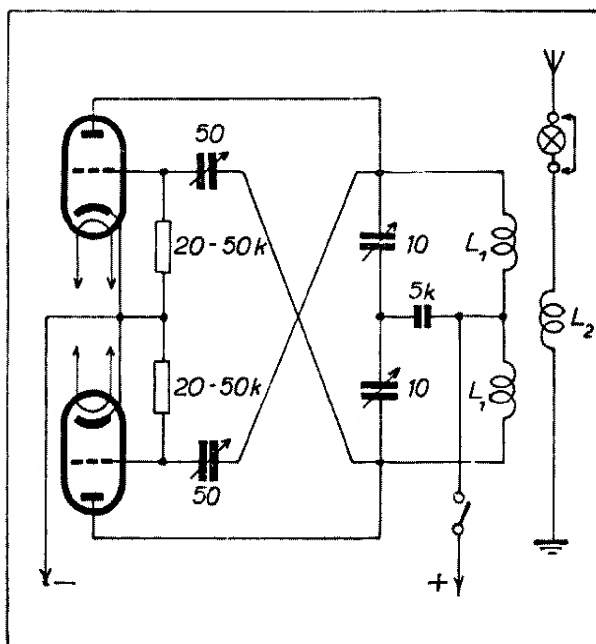


Obr. 22. Elektronově vázaný oscilátor

litě oscilátoru. Další výhodou je možnost modulování sólo-oscilátoru do brzdicí mřížky při menším množství nežádoucích postranních kmitočtů.

## 2.2. Jednoduché vysilače

Velmi rozšířené jsou vysilače – oscilátory, pracující v protitaktu jak pro zvýšení výkonu, tak i pro vyšší stabilitu kmitočtu. Zapojení na obr. 23 je odvozeno



Obr. 23. Tříbodový sólo-oscilátor pracující v protitaktu

Hodnoty indukčnosti:

$L_1 - 2 \times 4$  závitů drátu o  $\varnothing 2$  mm, průměr vinutí 25 mm, délka vinutí 20 mm •  $L_2 - 2$  závitů drátu o  $\varnothing 1,5$  mm, průměr cívky 25 mm, umístěné uprostřed cívky  $L_1$

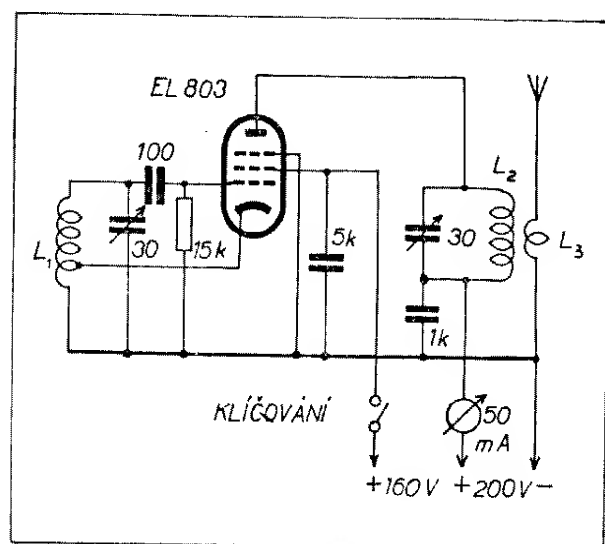




anodový proud silnou druhou harmonickou (tedy kmitočet 27,12 MHz). Paralelním zapojením anod se základní kmitočet (tedy 13,56) vyruší a v anodovém odporu zbudou jen sudé harmonické kmitočty. V našem případě používáme druhé harmonické, na kterou je naladěn anodový kmitavý obvod. S uzemněnými brzdícími mřížkami (tedy bez předpětí – 30 V) je možno dosáhnout při správně nastavené vazbě s antenou účinnosti asi 40 %, t. j. výkon asi 1,8 W. Při tom je anodový proud 12 mA a proud stínící mřížky 4 mA.

Chceme-li vysílač modulovat, zapojíme obě brzdící mřížky přes nízkofrekvenční transformátor na předpětí – 30 V, čímž klesne anodový proud na 6 mA. Plného promodulování dosáhneme modulačním napětím 20 V, přivedeným na transformátor. Při tom však musíme počítat s tím, že vř výkon vysílače s modulací bude ovšem o něco menší. K promodulování vysílače stačí opět elektronka RV12P2000, zapojená jako jednoduchý nízkofrekvenční oscilátor.

Elektronkově vázaný oscilátor na obr. 28 používá jediné elektronky EL803. Mřížkový i anodový obvod jsou laděny na kmitočet 27,12 MHz. Oba obvody musí být odděleny kostrou vysílače, neboť by oba obvody kromě elek-



Obr. 28. Elektronově vázaný oscilátor

$L_1, L_2$  – 12 závitů drátu o  $\varnothing$  1 mm, průměr vinutí 30 mm, délka vinutí 25 mm •  $L_3$  – 4 závitů drátu o  $\varnothing$  1 mm, průměr vinutí 30 mm

tronové vazby byly vázány ještě induktivně, což by vedlo k ovlivnění mřížkového obvodu. Vř výkon je možno dosáhnout vyšší než v předchozím zapojení s elektronkami RV12P2000. Elektronku EL803 by bylo možno nahradit elektronkou RL12P10. Mřížkové předpětí při modulaci brzdící mřížky je asi 90 V, výkon k plnému promodulování dodá normální vř pentoda přes nízkofrekvenční transformátor (poměr 1 : 4).

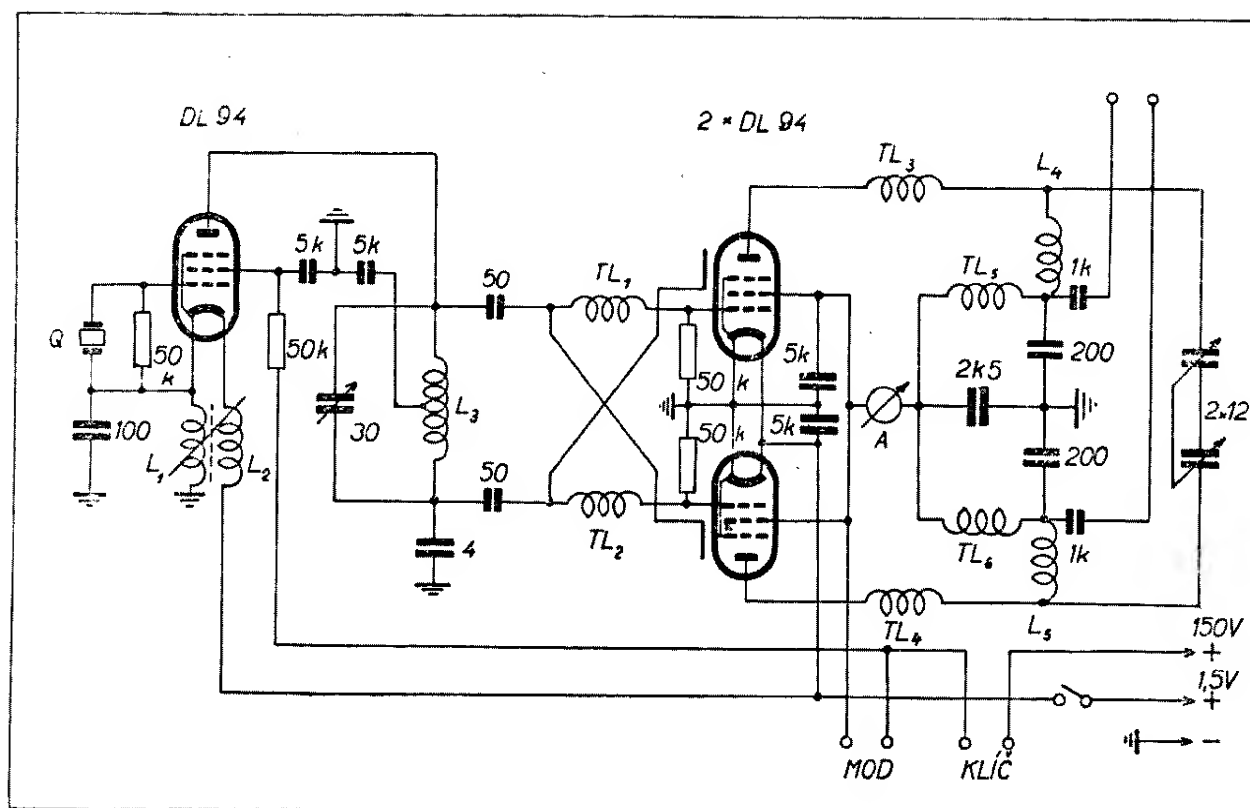
### 2.3. Vícetupňové vysílače

V zahraničí se stále více užívá k dálkovému řízení vícetupňových vysílačů, které mají zaručit jak kmitočtovou stabilitu, tak i dosažení vyššího vysokofrekvenčního výkonu. Oboje pak přispívá ke zvýšení spolehlivosti celé soupravy. Oba popisované vysílače jsou řízeny krystalem, jeden používá bateriového napájení, druhý je napájen z autobaterie přes rotační měnič.

Podívejme se na schema na obr. 29. První stupeň osazený koncovou pentodou DL94, pracuje jako oscilátor – zdvojovač. Krystal (13,56 MHz) je zapojen mezi mřížku a katodu, která je spojena se zemí přes kmitavý obvod  $L_1 - C100$ . Protože je použito přímožhavené elektronky, je rovněž druhý přívod žhavení zapojen přes indukčnost ( $L_2$ ). Tento kmitavý obvod je naladěn na kmitočet o něco vyšší, než je kmitočet krystalu, tedy asi na 15 MHz.

Anodový kmitavý obvod oscilátoru ( $L_3 - C30$ ) je naladěn na dvojnásobný kmitočet krystalu, t. j. 27,12 MHz. Stínící mřížka elektronky oscilátoru je napájena přes odpor 50 kΩ, napětí na ní je asi 70 V. Protože anodový obvod oscilátoru je zapojen symetricky, můžeme z něho odebírat nř napětí pro buzení symetrického koncového stupně. Kondensátor 4pF představuje symetrické zatížení obvodu (rovná se výstupní kapacitě oscilační elektronky). Anodový obvod má poměrně vysoký činitel jakosti, neboť celková ladící kapacita je asi 10 pF, indukčnost cívky  $L_3$  asi 3,5  $\mu$ H.

Symetrický koncový stupeň je osazen rovněž elektronkami DL94. Protože tyto elektronky mají poměrně velkou kapacitu anoda – mřížka, je koncový stupeň opatřen neutralisací. Ta je pro-



Obr. 29. Vysílač řízený krystalem s bateriovými elektronkami

$L_1$  – 12 závitů drátu o  $\varnothing$  0,5 mm na kostře průměru 8 mm se železovým jádrem •  $L_2$  – 12 závitů drátu o  $\varnothing$  0,5 mm, vinuto mezi závity  $L_1$  •  $L_3$  – 24 závitů drátu o  $\varnothing$  0,5 mm, na kostře průměru 8 mm bez jádra •  $L_4 + L_5$  – 8 + 8 závitů stříbřeného drátu o  $\varnothing$  1,5 mm, průměr vinutí 30 mm, délka vinutí 18 mm, mezera mezi cívkami asi 4 mm •  $TL_{1,2}$  – 18 závitů drátu o  $\varnothing$  0,2 mm, vinuto na odporu  $1k\Omega/0,25\text{ W}$  •  $TL_{3,4}$  – 3 závitů drátu o  $\varnothing$  0,8 mm, průměr vinutí 6 mm, délka vinutí 8 mm •  $TL_{5,6}$  – 2,7 m drátu o  $\varnothing$  0,1 mm, vinuto na odpor  $0,1\text{ M}\Omega/0,5\text{ W}$

vedena velmi jednoduše: Kousky drátu 1 mm jsou připojeny k mřížkám elektronek a nad kostrou vysílače se přibližují k baňkám, tedy k anodám elektronek (v délce asi 20 mm do vzdálenosti asi 5 mm od baňky). Tyto neutralizační kondensátory jsou ovšem propojeny křížem, jak konečně vyplývá ze schematu.

Mřížkové předpětí koncového stupně pracujícího ve třídě C se získává na mřížkových svodových odporech. Tlumivky  $TL_1$  až  $TL_4$  zabraňují vzniku parasitních kmitů koncového stupně. Anodový kmitavý obvod je zapojen jako dvojitý  $\pi$  článek, který umožňuje dobré přizpůsobení anteny a potlačuje vyšší harmonické. V uvedeném případě je dosaženo správného přizpůsobení při použití symetrické dvoulinky o impedanci

$60\ \Omega$ , antena je pak provedena jako dipól. Anodové napětí se přivádí přes oddělovací tlumivky  $TL_{5,6}$ , antena je připojena přes kondensátory 1000 pF, oddělující anodové napětí. Je výhodné jak pro ladění obvodů vysílače, tak i pro kontrolu provozu zapojit do anodového přívodu miliampérmetr (asi do 50 mA). Při anodovém napětí 150 V je výkon vysílače asi 3 W, váha vysílače je asi 1,5 kg bez zdrojů.

Při používání řízení s modulovanou nosnou vlnou se zapojuje modulační transformátor do anodového přívodu koncového stupně. K plnému promodulování je třeba asi 2–3 W nf výkonu, tedy opět 2 elektronky DL94 v symetrickém zapojení. Tím se ovšem celý vysílač dosti komplikuje. Elektronky DL94 nemají mezi elektronkami Tesla náhradu.

Elektronky 3L31 se svými hodnotami jen přibližují, takže by bylo třeba hodnoty některých součástí změnit.

Zapojení druhého víceetapového vysílače je velmi podobné (obr. 30). Oscilátor, řízený krystalem 4,52 MHz, má v sérii s krystalem ještě paralelní kmitavý obvod a pracuje jako ztrojovač. Druhá půlka elektronky 6J6 pracuje jako zdvojovač. Vazba na mřížkový obvod koncového stupně je provedena tlumivkou. Mřížkové předpětí koncového stupně je získáno na společném katodovém a mřížkovém odporu koncových pentod. Měřicím přístrojem můžeme měřit mřížkový proud zdvojovače, mřížkový proud koncového stupně a katodový proud koncového stupně.

Při uvádění do chodu je kritické nastavení odbočky a vyladění obvodu  $L_1 - C 50$ . Oscilátor pracuje totiž jako třítodový a je třetím harmonickým kmitočtem krystalu pouze synchronisován. Příkon koncového stupně je asi

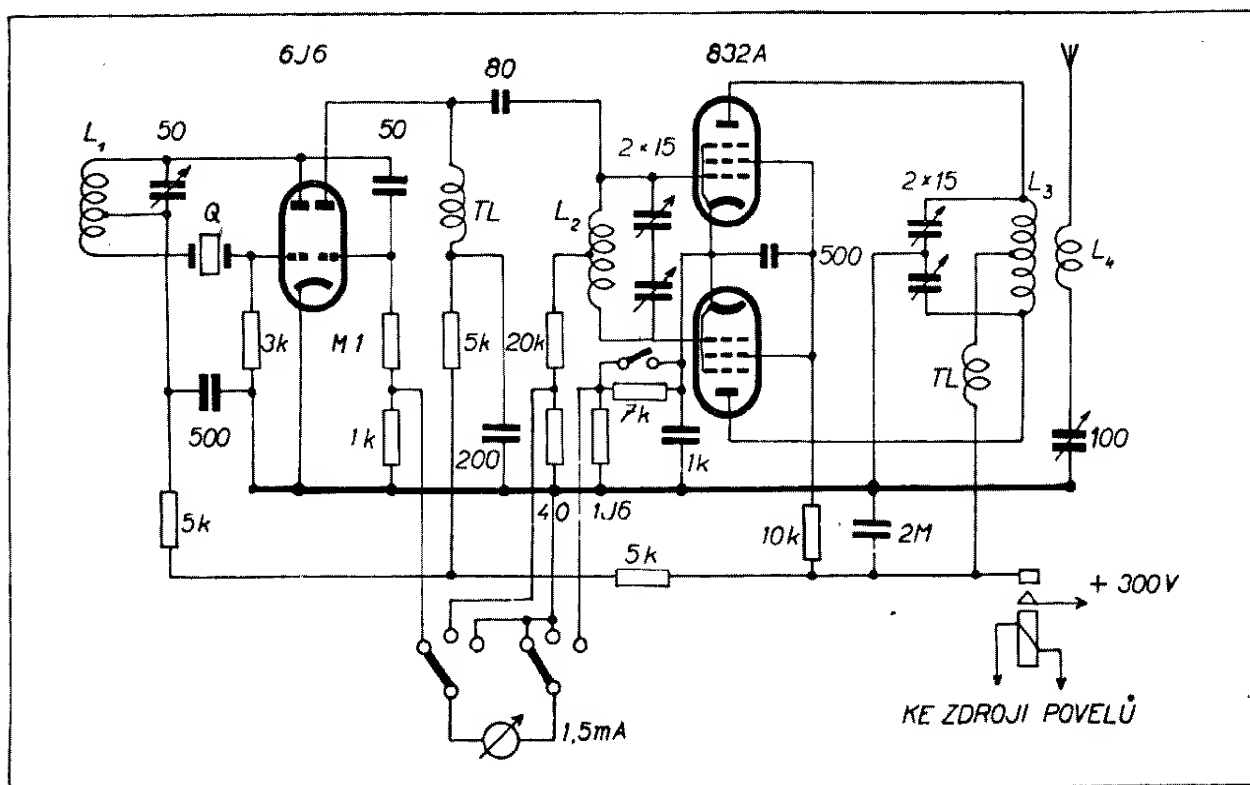
13 W, takže je možno počítat s vf výkonem kolem 6 W. Vysílač je zařízen jen pro klíčování, k hospodárné modulaci by bylo možno použít stínících mřížek koncové elektronky.

Elektronku 6J6 lze nahradit beze změn elektronkou 6CC31, koncové elektronky 832A by bylo možno nahradit dvěma elektronkami 6L31. Bylo by třeba kontrolovat a případně změnit mřížkové předpětí (katodový a mřížkový odpor) a velikost budicího vf napětí.

#### 2.4. Závěr

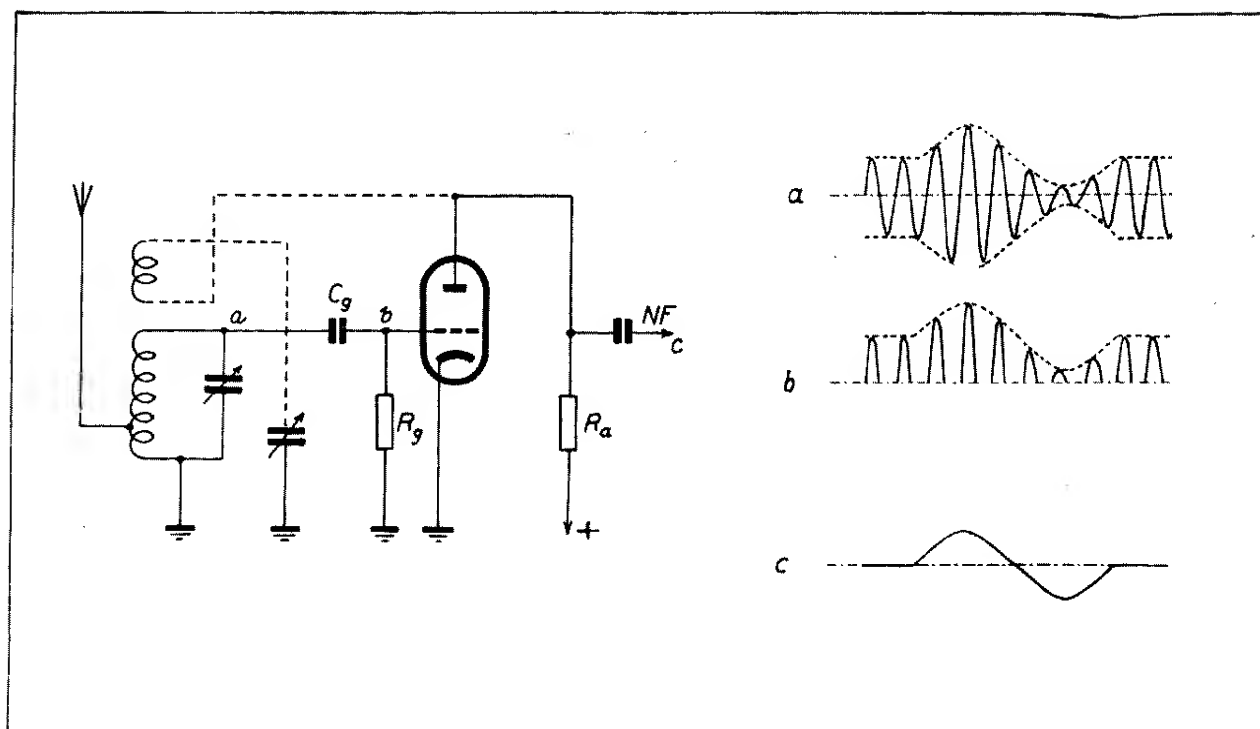
Jaký je nejvýhodnější typ a zapojení vysílače pro dálkové řízení? Na tuto otázku je možná jen přibližná odpověď, jak už také ukazuje rozmanitost v zapojeních a použitých elektronkách popsaných vysílačů.

Koncesními podmínkami určenou kmitočtovou stabilitu a požadovanou spolehlivost splňuje nejlépe vysílač řízený krystalem. Takový vysílač musí být



Obr. 30. Vysílač řízený krystalem se síťovými elektronkami

$L_1$  – 18 závitů drátu o  $\varnothing$  1 mm, průměr cívky 12 mm, délka 35 mm, odbočka na šestém závitě •  $L_2$  – 12 závitů drátu o  $\varnothing$  1 mm, průměr cívky 12 mm, délka 25 mm, odbočka uprostřed •  $L_3$  – 14 závitů drátu o  $\varnothing$  1,5 mm, průměr cívky 20 mm, délka 22 mm •  $L_4$  – 3 závity drátu o  $\varnothing$  1 mm, průměr cívky 20 mm, – poloha nastavitelná



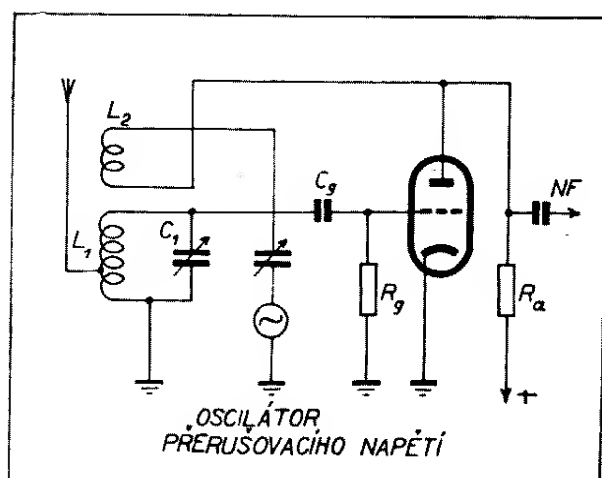
Obr. 31. Mřížkový detektor, čárkovaně je naznačen obvod zpětné vazby

nutně vícestupňový, neboť krystaly pro kmitočet řádu 30 MHz se obtížněji vyrábějí a jsou tedy dražší. Není také možno postavit výkonný sólooscilátor, řízený krystalem, protože by krystal zatížen mřížkovým proudem a napětím nesl. Kromě toho není u nás nikdo, kdo by pro amatérskou potřebu krystaly vyrobil. Tím tedy odpadá pro naše podmínky jedno řešení vysílače.

Velmi výhodné je zapojení symetrického elektronově vázaného oscilátoru

s paralelně spojenými anodami. Bohužel i v tom směru jsme omezeni, zvláště pokud bychom chtěli vysílač modulovat do brzdicích mřížek. Mezi miniaturními bateriovými elektronkami není ani jedna s vyvedenou brzdicí mřížkou. Použití inkurantních elektronek je nevýhodné pro jejich vysoké žhavicí napětí 12 V.

Tím se dostáváme k otázce napájení vysílače, který má dávat výkon kolem 5 W. Znamená to tedy příkon asi 10 W a ten je velmi nevhodné odebírat z anodové baterie. Nejvýhodnějším řešením se tedy zdá použít síťových elektronek, šestivoltového motocyklového akumulátoru a vibrátoru. Vysílač pak zapojit jako symetrický třibodový sólooscilátor, modulovaný anodově. Je ovšem nutné velmi často kontrolovat správné vyladění vysílače, abychom nevybočili z poměrně úzkého pásma pro dálkové řízení povoleného.



Obr. 32. Superreakční detektor s odděleným oscilátorem přerušovacího signálu

### 3. Přijímače

#### 3.1. Princip přijímačů pro dálkové řízení

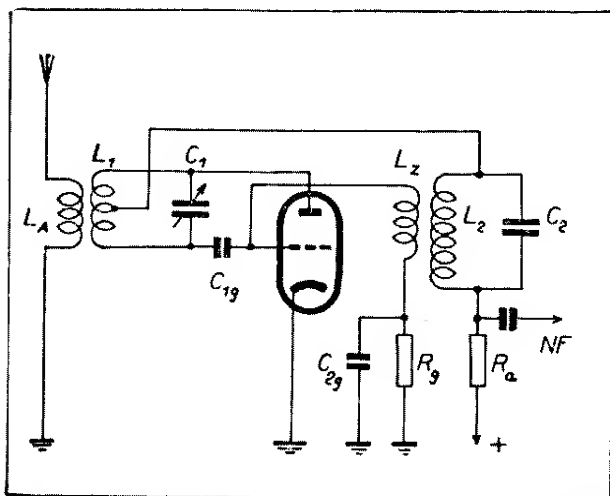
Váhové a energetické omezení zařízení v modelu předpokládá použití nejjednoduššího zapojení přijímače s co

největším zesílením. Tento požadavek (až na dostatečné zesílení) splňuje zapojení triody jako mřížkového detektoru (obr. 31). Detekce (usměrňování vysokofrekvenčního signálu) nastává na mřížce triody, která působí jako anoda diody. V<sub>f</sub> napětí z anteny, nakmitané na paralelním rezonančním obvodu se vede přes mřížkový kondensátor  $C_g$  na odpor  $R_g$ , který je vlastně pracovním odporem „diody“ (mřížka – katoda). Na tomto odporu vzniká stejnosměrné napětí se střídavou složkou nízkofrekvenční modulační nosné vlny. Stejnosměrné napětí určuje pracovní bod triody jako nf zesilovače, střídavé nf napětí působí na mřížku a je zesilováno. Zesílené nf napětí se odebírá z anodového odporu přes oddělovací kondensátor. Takto sestavený detekční stupeň má však malou v<sub>f</sub> citlivost a selektivitu (schopnost přijímat jen jediný v<sub>f</sub> signál); nf zesílení je postačující.

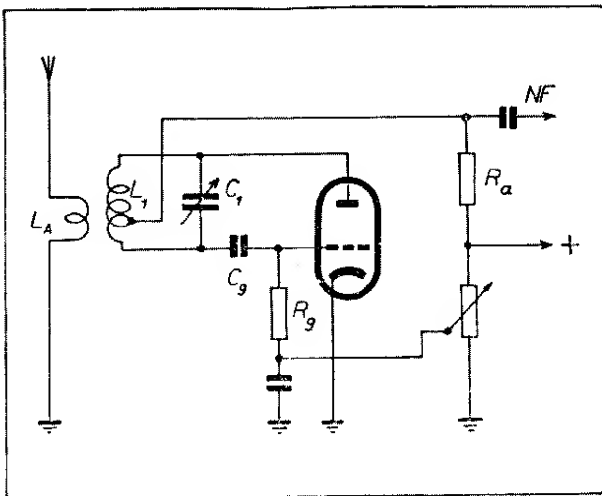
Zvýšení citlivosti mřížkového detektoru dosáhneme zavedením kladné vysokofrekvenční zpětné vazby z anody do rezonančního obvodu. Na anodě vzniká také totiž v<sub>f</sub> zbytkové napětí, které pro tuto vazbu využíváme a tím hradíme ztráty vznikající v rezonančním obvodu. Vlastností tohoto obvodu se pak se stoupajícím zpětnovazebním napětím blíží vlastnostem ideálního bezztrátového rezonančního obvodu. Jestliže však přivedeme do obvodu větší v<sub>f</sub> napětí než odpovídá uhrazení ztrát

v obvodě vznikajících, začne tento elektronkový stupeň kmitat. (Známé pískání u dvoulampovek.) Mřížkový detektor se nám tím změní v oscilátor. Z této úvahy také vyplývá, že největší citlivosti a selektivity dosáhneme se zpětnou vazbou, nastavenou těsně před bod nasazení vlastních kmitů. Každý ze své vlastní praxe ví, jak obtížné je nastavení zpětné vazby (na př. t. zv. reakčním kondensátorem) do této polohy. Mřížkový detektor se zpětnou vazbou (audion) je tedy v oblasti kolem nasazení vlastních kmitů nestabilní, takže nemůžeme využít maximálního v<sub>f</sub> zesílení (běžně se dosahuje zesílení 300 až 500).

Zapojení, které umožňuje dosáhnout v jediném detekčním stupni zesílení až 1 000 000, se nazývá superreakční a jeho činnost spočívá v tom, že u audionového stupně měníme více než 10 000krát za vteřinu velikost zpětné vazby tak, že audion střídavě nasazuje a vysazuje vlastní v<sub>f</sub> kmitů. Pracovní podmínky se tedy mění v rytmu již neslyšitelného kmitočtu kolem bodu nasazení vlastních kmitů – tedy v oblasti nejvyššího zesílení. Změnu zpětné vazby provádíme zavedením střídavého napětí (někdy se nazývá přerušovací – přerušuje v<sub>f</sub> kmitání audionu) o kmitočtu 20 ÷ 100 kHz do mřížkového nebo anodového obvodu ze zvláštního oscilátoru (obr. 32). Je možno zapojit audion tak, že si toto napětí ve zvláštním rezonančním obvodu vyrábí sám. Na obr. 33 je třibodové za-



Obr. 33. Superreakční detektor s odděleným kmitavým obvodem přerušovacího kmitočtu



Obr. 34. Superreakční detektor. Přerušovací kmitočet vzniká posouváním pracovního bodu elektronky obvodem  $C_g, R_g$



pojení audionu (Hartleyovo) kde součástí  $L_a$ ,  $L_1$ ,  $C_1$ ,  $C_{1g}$ ,  $R_g$  tvoří vysokofrekvenční obvod, kdežto  $L_2$ ,  $L_z$ ,  $C_2$ ,  $C_{2g}$ ,  $R_g$  jsou součásti oscilátoru, vyrábějícího přerušovací signál.

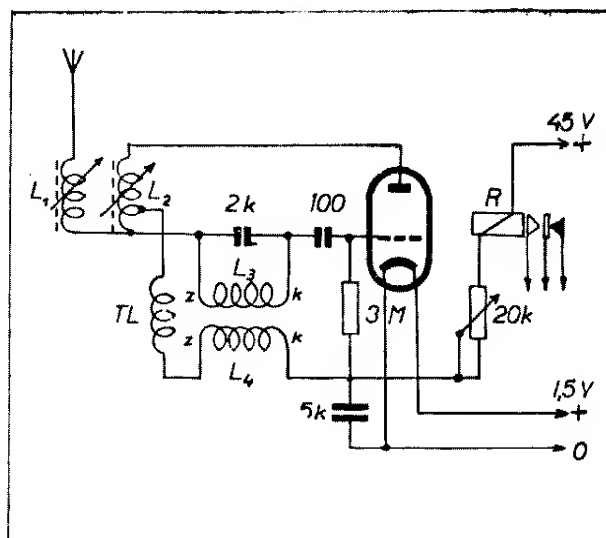
Nejrozšířenější a také nejjednodušší způsob získání přerušovacího signálu spočívá v tom, že pracovní podmínky volíme tak, aby mřížkový kondensátor  $C_g$  se střídavě nabíjel napětím usměrněným na mřížce. Vybitím kondensátoru přes odpor  $R_g$ , pak vzniká střídavé napětí, které pak přerušuje vysokofrekvenční kmity audionu. Kmitočet přerušovacího signálu je dán velikostí  $C_g$  a  $R_g$ , pracovní podmínky elektronky jsou dány napětím, které se nastavuje potenciometrem. Velikost přerušovacího signálu (obr. 34) a vř oscilací se mění současně, na př. změnou anodového napětí.

Zřejmou výhodou superreakčního stupně je značné zesílení s jedinou elektronkou při malém počtu součástí. Selektivita je však horší než u audionu. Nevýhodou je, že superreakce je možno použít jen na vyšších kmitočtech (nad 30 MHz); nastavení pracovních podmínek je obtížné a tím i dosažení stálého zesílení superreakčního stupně.

### 3.2. Jednoduché přijímače

Nejjednodušším řešením přijímače pro dálkové řízení je samostatný superreakční detektor. Používá se u něho takového nastavení pracovních podmínek, kdy elektronka vyrábí jen přerušovací signál. Vysokofrekvenční obvod je pomocí proměnné antenní vazby nastaven těsně před bod nasazení vř kmitů. Abychom mohli samostatně nastavit pracovní podmínky pro oba režimy, je pro výrobu superreakčních kmitů nutno použít samostatného kmitavého obvodu (obr. 35). Kmitavý obvod  $L_3 - C 2000$  pF určuje kmitočet přerušovacího signálu; těsně vázaná cívka  $L_4$  tvoří obvod zpětné vazby přerušovacího signálu. Cívka  $L_1$  spolu s vnitřními kapacitami a kapacitou anteny je vyladěna na kmitočet vysílače. Prodlužovací cívku  $L_2$  používáme tehdy, jestliže délka anteny je kratší než 100 cm.

Při uvádění do chodu si zapojíme do anodového přívodu miliampérmetr do



Obr. 35. Jednoelektronkový přijímač pro dálkové řízení

$L_1$  – 5 až 10 závitů drátu o  $\varnothing$  0,8 mm na stejné kostře jako  $L_2$  •  $L_2$  – 16 závitů drátu o  $\varnothing$  0,8 mm na kostře průměru 10 mm se železovým jádrem. Odbočku vyzkoušet •  $L_3$ ,  $L_4$  –  $2 \times 400$  závitů drátu o  $\varnothing$  0,1 mm vinuto na kostřičku průměru 12 mm, šířka vinutí  $2 \times 5$  mm

10 mA. Přijímač pravděpodobně nasadí okamžitě jak vysokofrekvenční tak i přerušovací kmity. Anodový proud bude asi  $0,5 \div 0,8$  mA. Připojíme antenu a měníme indukčnost cívky  $L_2$  (železovým jádrem, případně změnou počtu závitů), nebo délku anteny. Při určité hodnotě nám náhle vzroste anodový proud na  $1,6 \div 2$  mA. Nyní si vzájemnou souhrou antenního obvodu, potenciometru 20 k $\Omega$  a odbočkou na cívce  $L_1$  nastavíme pracovní podmínky těsně před nasazení vř oscilací (t. j. těsně za vzestup anodového proudu). Zapneme-li nyní vysílač, doladíme ještě přesně obvod  $L_1$  a anodový proud nám klesne opět na hodnotu  $0,5 \div 0,8$  mA. Přijímač pracuje tedy tak, že antenou zachycená vř energie způsobí zmenšení ztrát v obvodu  $L_1$  a elektronka nasadí vř kmity.

Už z tohoto popisu je zřejmé, že přesné nastavení přijímače je velmi kritické a musí se provádět izolovanými nástroji. Aby i kapacita anteny vůči zemi odpovídala podmínkám za letu, je nutno konečné nastavení provést na dřevěném stole. Rovněž přívody k měřicímu pří-

stroji mění kapacitu přijímače vůči zemi, takže je výhodné vestavět do přijímače i malý měřicí přístroj.

Udávaný dosah přijímače s vysílačem o výkonu 1 W je asi 0,5 km. Pro změnu anodového proudu  $0,8 \div 1,6$  mA vyhoví citlivé neutrální relé. Z našich elektronek je vhodná koncová pentoda 3L31 zapojená jako trioda.

Výhodou přijímače je jeho jednoduchost a tím i malá váha. Nastavení však vzhledem k poklesu napětí zdrojů není dostatečně stabilní.

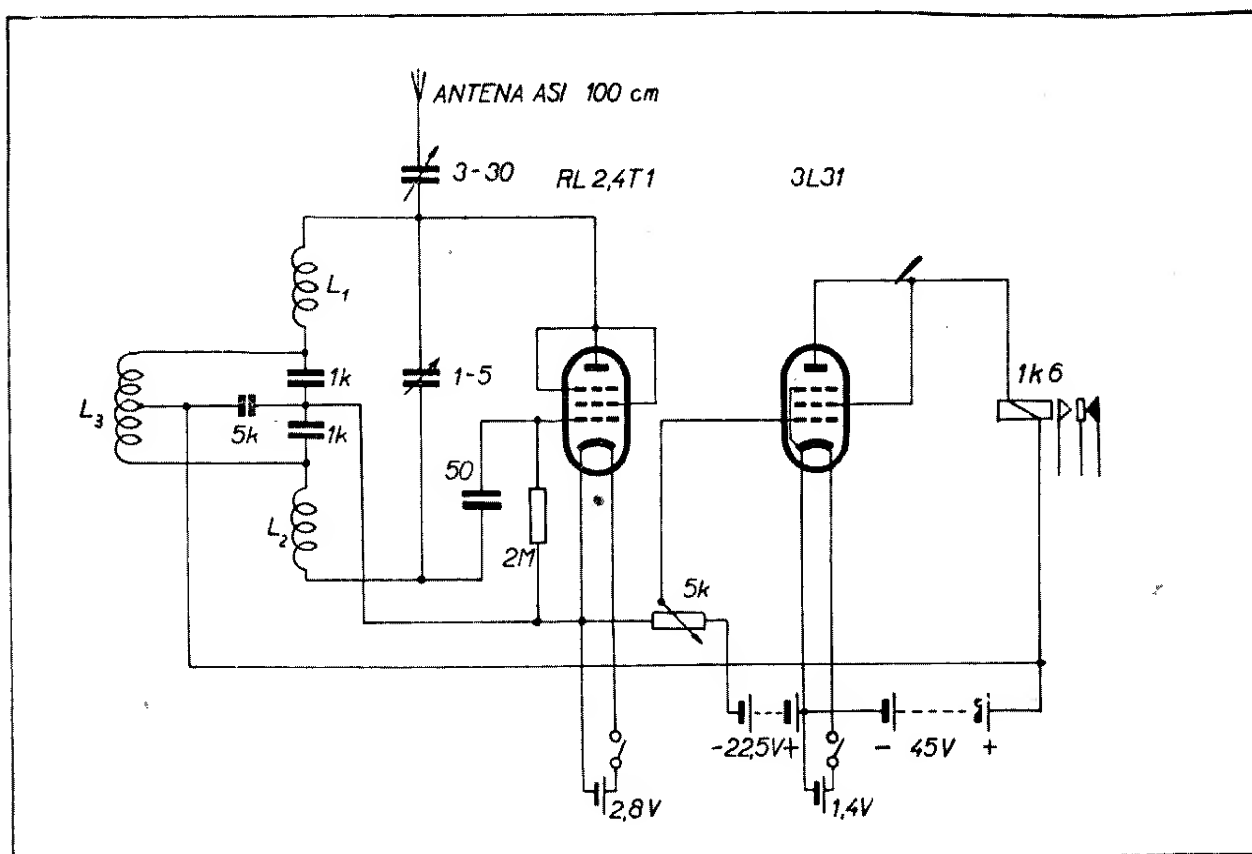
Abychom mohli použít méně citlivého relé, zapojuje se k detektoru ještě stejnosměrný zesilovač, který změnu anodového proudu detektoru zesílí (obr. 36). Kromě nastavování superreakčního detektoru nastavujeme ještě potenciometr  $5\text{ k}\Omega$  tak, aby při zapnutí vysílači (tedy při poklesu anodového proudu detekční elektronky) relé právě odpadlo. Jestliže vysílač vypneme, relé stejnosměr-

ného zesilovače zapne. Pro tento přijímač můžeme použít bez úprav malého inkurantního relátka (v průhledném krytu) s cívkou relé mající 8100 závitů drátu o  $\varnothing 0,05$  mm, odpor cívky  $1800\Omega$ .

Přijímač na obr. 36 je určen pro pásmo 132 MHz, proto je použito inkurantní elektronky RL2,4T1, protože žádná z miniaturních bateriových elektronek už na tomto kmitočtu nekmitá. Půlvlnná antena je připojena k přijímači v kmitně napětí. Zkracováním anteny se mění zatížení přijímače a tím i bod vysazení vf kmitů.

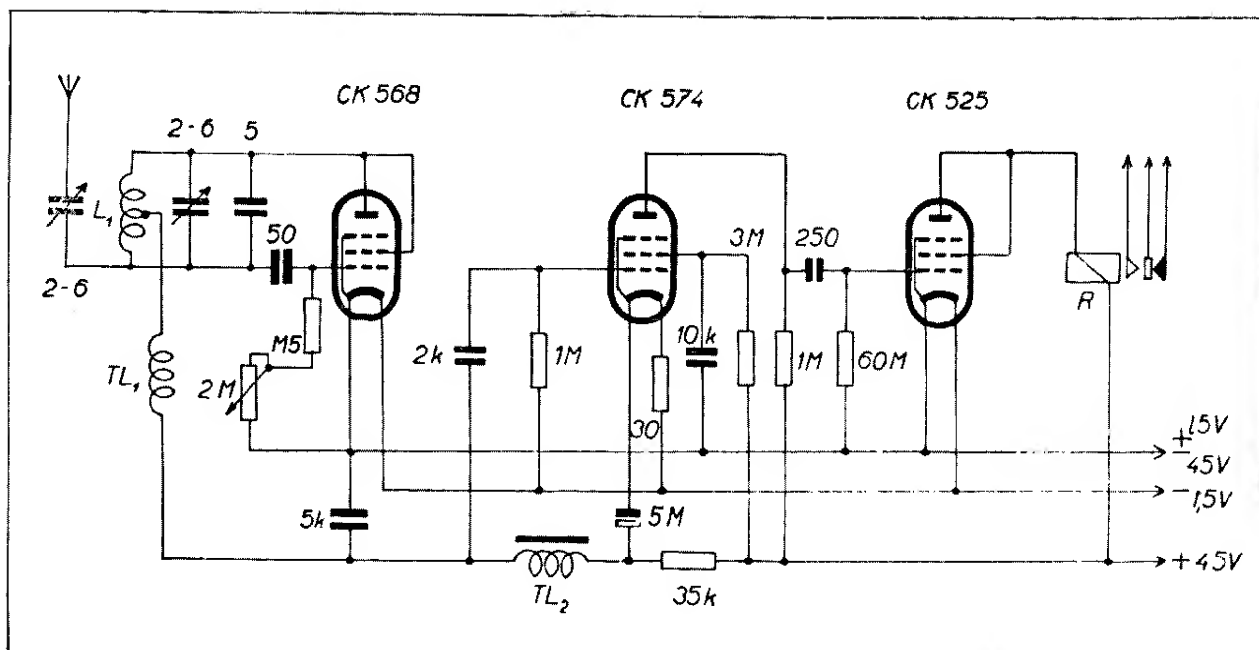
### 3.3. Víceelektronkové přijímače

Snaha po větší citlivosti a stabilitě přinutila konstruktéry používat superreakčního detektoru, který kmitá jak vysokofrekvenčně, tak i na přerušovacím kmitočtu. Získané nízkofrekvenční napětí, ať už je to šum přijímače (jestliže nosná vlna na antenu nedopadá),



Obr. 36. Superreakční detektor se stejnosměrným zesilovačem

$L_1, L_2$  – 5 závitů drátu o  $\varnothing 1$  mm, průměr vinutí 12 mm, délka vinutí 10 mm, vzdálenost cívek 10 mm •  $L_3$  – 600 závitů drátu o  $\varnothing 0,1$  mm, průměr kostry 8 mm, délka kostry 10 mm, odbočka uprostřed



Obr. 37. Tříelektronkový přijímač osazený subminiaturními elektronkami využívající šumu  $L_1$  – 11 závitů drátu o  $\varnothing$  1,2 mm, průměr vinutí 12 mm, délka vinutí 30 mm, odbočka uprostřed •  $TL_1$  – 40 závitů drátu o  $\varnothing$  0,1 mm na odporu  $5\text{ M}\Omega/0,5\text{ W}$  •  $TL_2$  – sluchátková cívka  $1\text{ k}\Omega$ , otvorem cívky několikrát provléknut pásek trafoplechu

nebo modulace nosné vlny, je však nejvýše řádu 10 mV. Máme-li tímto signálem ovládat relé, potřebujeme alespoň dvě další elektronky k potřebnému napěťovému a výkonovému zesílení signálu.

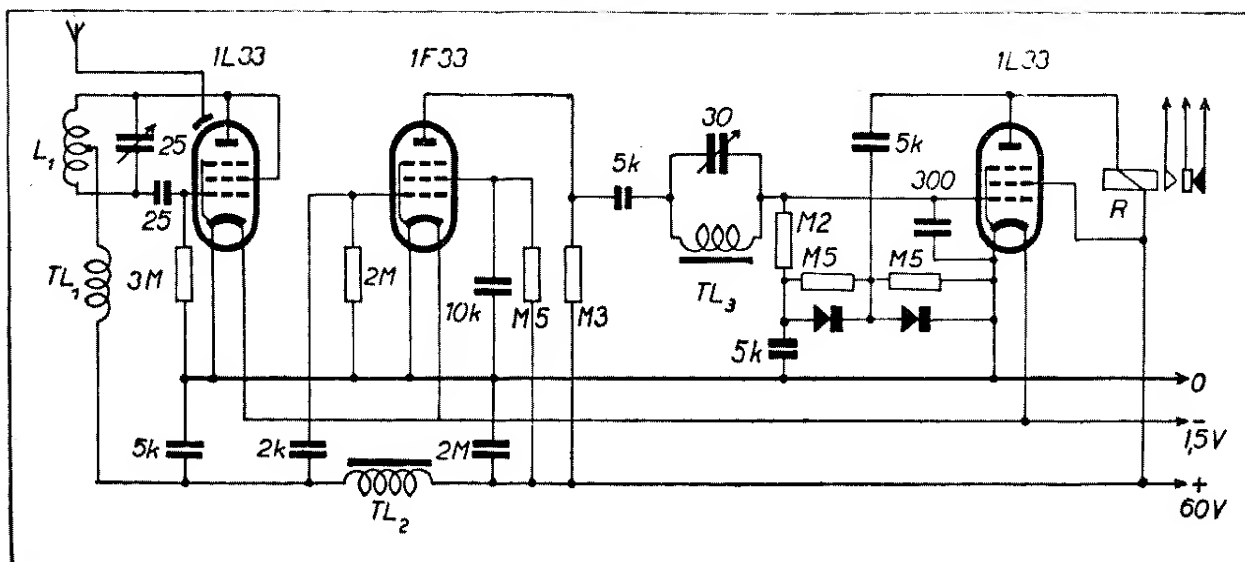
### 3.31.

Nejdříve si probereme několik příkladů zapojení přijímačů, využívajících šumu, který vzniká nerovnoměrným prouděním elektronů v elektronce superreakčního detektoru. Tento šum vzniká v každé elektronce, ale protože superreakční detektor zesiluje až 1 000 000krát, dosahuje šumové napětí na nízkofrekvenčním výstupu asi stejné velikosti, jako usměrněné nf napětí modulované nosné vlny. Na nf výstup se ale dostává současně i přerušovací signál detektoru, který se nemění ani nosnou vlnou ani její modulací. Je proto třeba v přijímači použít filtrů, které kmitočty asi nad 10 kHz zadrží.

Zapojení na obr. 37 má detekční stupeň zapojen normálně. Regulátorem  $2\text{ M}\Omega$  se mění velikost přerušovacího signálu. Vazba s dalším nízkofrekvenčním stupněm je tlumivková. Postačuje

malá indukčnost, která pro složky šumu o kmitočtu několika kHz představuje dostatečně veliký odpor. Poslední elektronka je zapojena jako nízkofrekvenční mřížkový detektor a současně stejnosměrný zesilovač. Jestliže totiž na její řídicí mřížku nepřivádíme žádné napětí, pracuje elektronka prakticky bez předpětí – elektronkou protéká maximální anodový proud. Relé je tedy přitaženo. Když však zavedeme na řídicí mřížku střídavé napětí, usměrní se a na mřížkovém odporu vytvoří záporné předpětí. Tím se pracovní bod elektronky posune, anodový proud klesne a kotvíčka relé odpadne.

Máme-li zapnut vysílač, šum superreakčního detektoru zmizí a kotvíčka relé se přitáhne. Vypneme-li vysílač, objeví se šumové napětí a kotvíčka relé odpadne. Přijímač používá miniaturního továrního relé a subminiaturních elektronek a byl používán ve spojení s vysílačem podle obr. 30. Jak uvidíme dále, je možno podobný přijímač realizovat i z nám dostupných součástek. Na obr. 38 je nakresleno další zapojení tříelektronkového přijímače. Zapojení prvních dvou stupňů je podobné obr. 37 až



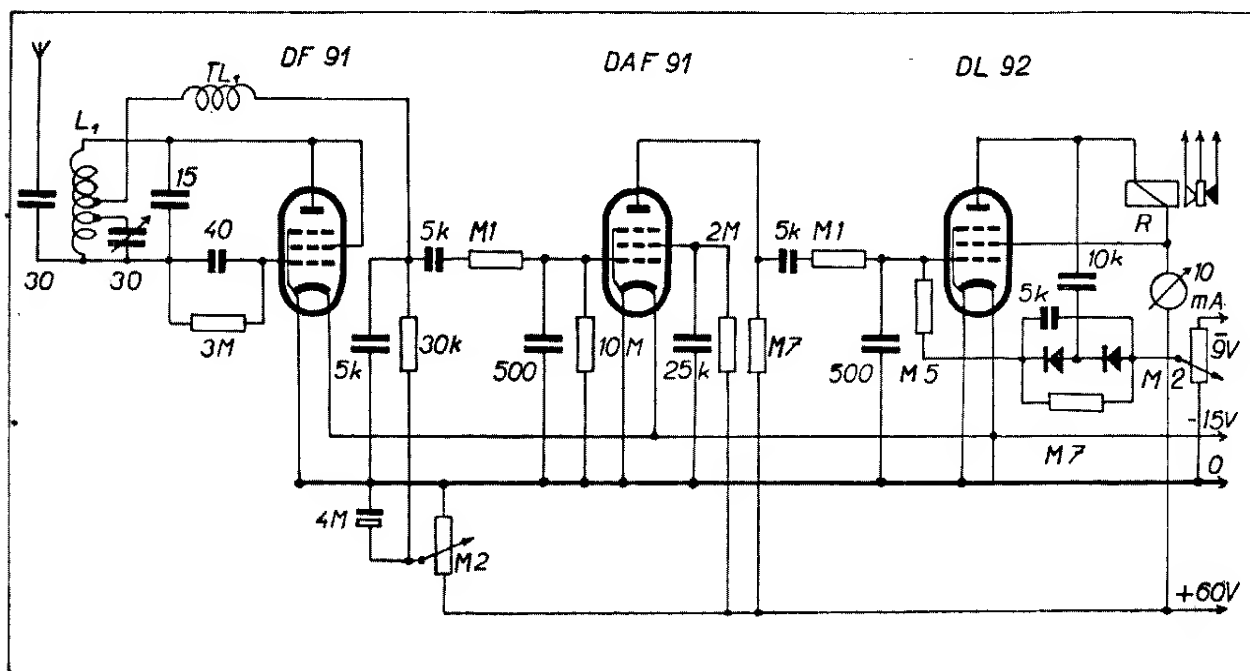
Obr. 38. Tříelektronkový přijímač využívající šumu

$L_1$  – 16 závitů drátu o  $\varnothing$  1 mm, průměr vinutí 20 mm, délka vinutí asi 25 mm •  $TL_1$  – 80 závitů drátu o  $\varnothing$  0,15 mm, na trubce průměru 5 mm •  $TL_2$  – tlumička se železným jádrem, indukčnost asi 2 H •  $TL_3$  – tlumička se železným jádrem, indukčnost asi 2 H

na nízkofrekvenční filtr ( $TL_3 - C 30$ ), který je laděn na kmitočet asi 10 kHz a má potlačovat pronikání přerušovacího kmitočtu do následujícího stupně.

Koncová elektronka je zapojena reflexně a pracuje především jako nízko-

frekvenční zesilovač, který má jako anodový pracovní odpor zapojeno relé. Využívá se zde poměrně velké indukčnosti vinutí relé, která je pro kmitočty šumového napětí dostatečným pracovním odporem elektronky. Z anody se vede ze-



Obr. 39. Tříelektronkový přijímač využívající modulace nosné vlny

$L_1$  – 7 závitů drátu o  $\varnothing$  1 mm, průměr vinutí 35 mm, délka vinutí 12 mm. Odbočky na 2. a 4. závit •  $TL$  – 2,65 m drátu o  $\varnothing$  0,1 mm, vinuto na trubce průměru 6 mm

silené šumové napětí přes kondensátor na zdvojovač a usměrněné šumové napětí se mřížkovým odporem přivádí na řídicí mřížku koncové elektronky. Toto napětí je vzhledem ke katodě záporné, takže se posune pracovní bod elektronky a anodový proud poklesne. Dostáváme tedy změny anodového proudu působící na relé stejně jako u nf mřížkového detektoru přijímače na obr. 37.

Anodový proud se mění asi od 1 mA do 5 až 10 mA, podle použité elektronky a anodového napětí.

### 3.32.

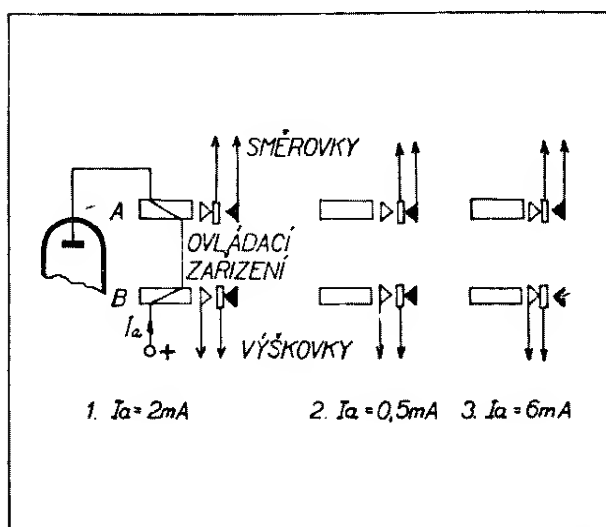
Další typ přijímače reaguje na modulaci nosné vlny. (Obr. 39.) Zapojení má mnoho společného s oběma předcházejícími schémata. Pracovní podmínky detektoru se nastavují změnou anodového napětí (pot. 0,2 M $\Omega$ ).

Filtry pro potlačení jak přerušovacího signálu, tak i částečně šumu (v případě poruchy vysílače) jsou navrženy jako jednoduché  $R - C$  členy a jsou zapojeny mezi elektronkami (0,1 M $\Omega$  a 500 pF). Koncový stupeň pracuje opět reflexně jako v přijímači na obr. 38, jenže elektronkou vlivem nastavitelného záporného předpětí bez modulace protéká jen malý anodový proud. Jestliže začneme nosnou vlnu modulovat, v přijímači zesílené modulační napětí působí po usměrnění proti mřížkovému předpětí, a elektronkou počne protékat velký anodový proud. Toto zapojení je stabil-

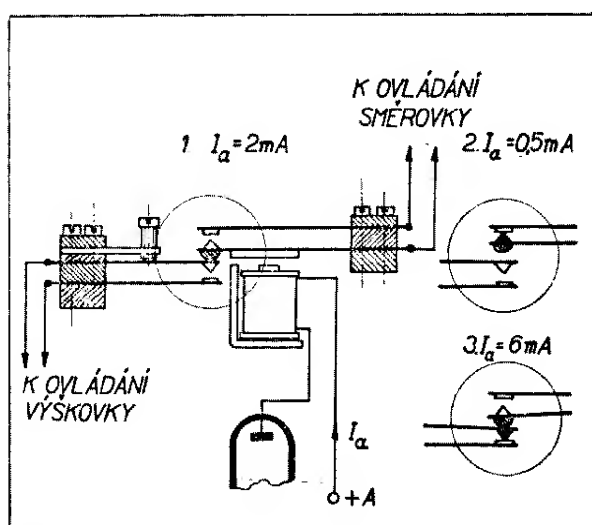
nější než zapojení používající jako nízkofrekvenčního signálu šumové napětí superreakčního detektoru, protože detekci získané modulační napětí je téměř nezávislé na pracovních podmínkách superreakčního detektoru. Šumové napětí se naproti tomu mění zvláště změnou kapacity anteny vůči zemi.

U tohoto typu přijímače je možno za cenu mírné komplikace zapojení dosáhnout samostatného řízení dvou prvků. Až dosud jsme uvažovali dva režimy činnosti přijímače: jestliže přijímáme samostatnou nosnou vlnu, je koncová elektronka jako stejnosměrný zesilovač uzavřena vlivem záporného předpětí (anodový proud asi 0,5 mA). Když počneme nosnou vlnu modulovat, objeví se toto nízkofrekvenční napětí i na koncové elektronce, mřížkové předpětí se usměrněním nf napětí zmenší a elektronka se otevře. (Anodový proud asi 6 mA.) Zvolíme-li nyní filtry pro potlačení přerušovacího signálu superreakčního detektoru a šumu tak, aby tento šum po usměrnění zmenšil předpětí na hodnotu úměrnou anodovému proudu kolem 2 mA, získáme třetí režim činnosti.

Jestliže do anodového obvodu zapojíme v serii jedno relé, které spíná při proudu větším než 0,5 mA a druhé při proudu větším než 2 mA (obr. 40), pak při vypnutém vysílači bude relé *A* zapnuto, relé *B* vypnuto a nebude v činnosti ani jedno ani druhé ovládací zařízení (1). Zapneme-li vysílač bez modu-



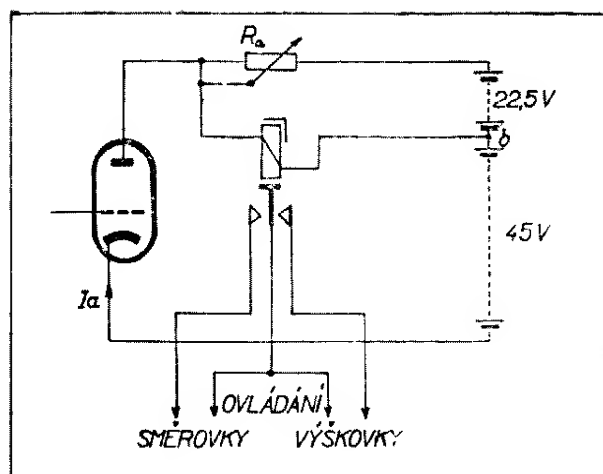
Obr. 40. Zapojení anodových relé při využití šumu i modulační k přenosu povelových signálů



Obr. 41. Náčrtek konstrukce činnosti dvou-proudového relé

lace, zmizí šumové napětí a relé *A* odpadne, čímž se zapne ovládací zařízení směrovky (2). Zapneme-li vysílač s modulací, zapne toto modulační napětí přes koncovou elektronku relé *B*, tedy ovládací zařízení výškovky (3).

Obě relátka je možno sloučit dohromady, jestliže ke kotvičce mechanicky připojíme druhý pérový svazek, který se zapne až při vyšším proudu (obr. 41). Číslicemi označené polohy kotvičky odpovídají výše popsaným režimům. Realisace relé a nastavení péroových svazků vyžaduje určitých zkušeností a proto je výhodnější můstkové zapojení podle obr. 42, které používá polarisované relé s nulovou klidovou polohou. Činnost je stejná jako při použití dvouprúdového relé. Jestliže na mřížku koncové elektronky přichází jen šumové napětí ( $I_a = 2 \text{ mA}$ ), vyrovná se můstek změnou odporu  $R_a$  tak, aby mezi body *a* a *b* nebylo napětí. Relátkem tedy neprotéká proud a kotvička je v nulové střední poloze. Jestliže šumové napětí na mřížce koncové elektronky vymizí (zapnutím vysílače), klesne anodový proud a rovnováha můstku se poruší. Mezi body *a* a *b* se objeví stejnosměrné napětí a počne protékat proud – kotvička relé se přitáhne na jednu stranu a zapojí příslušné ovládací zařízení. Když se na mřížce koncové elektronky objeví napětí modulační (zapnutím vysílače s modulací), počne

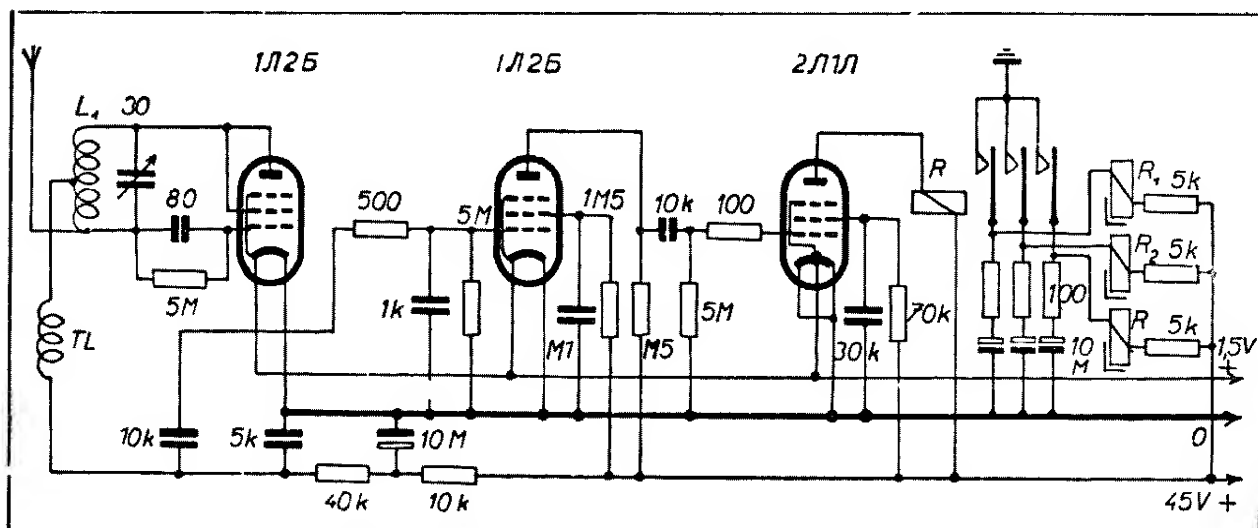


Obr. 42. Můstkové zapojení polarisovaného relé pro využití šumu i modulace k přenosu povelových signálů

protékat velký anodový proud a rovnováha můstku je rovněž porušena. Směr proudu protékající vinutím relé je ovšem opačný než v předchozím případě a proto se kotvička přitáhne na druhou stranu a zapne druhé ovládací zařízení.

Velikost odporu  $R_a$  je asi  $5 \div 10 \text{ k}\Omega$ , polarisované relé má spínat asi při  $0,5 \text{ mA}$ .

V principu velmi jednoduché řízení více prvků nezávisle na sobě je umožněno přenášením různých tónových kmitočtů, které jsou pak v přijímači odděleny rezonančním relé, jehož funkce byla popsána v odstavci 1.5.



Obr. 43. Tříelektronkový přijímač s rezonančním relé (sovětský)

$L_1$  – 17 závitů drátu o  $\varnothing 1,2 \text{ mm}$ , průměr vinutí 13 mm, délka vinutí 35 mm, odbočka na 7. závitě •  $TL$  1 – 50 až 100 závitů drátu o  $\varnothing 0,12 \text{ mm}$ , vinuto na odporu  $1 \text{ M}\Omega$

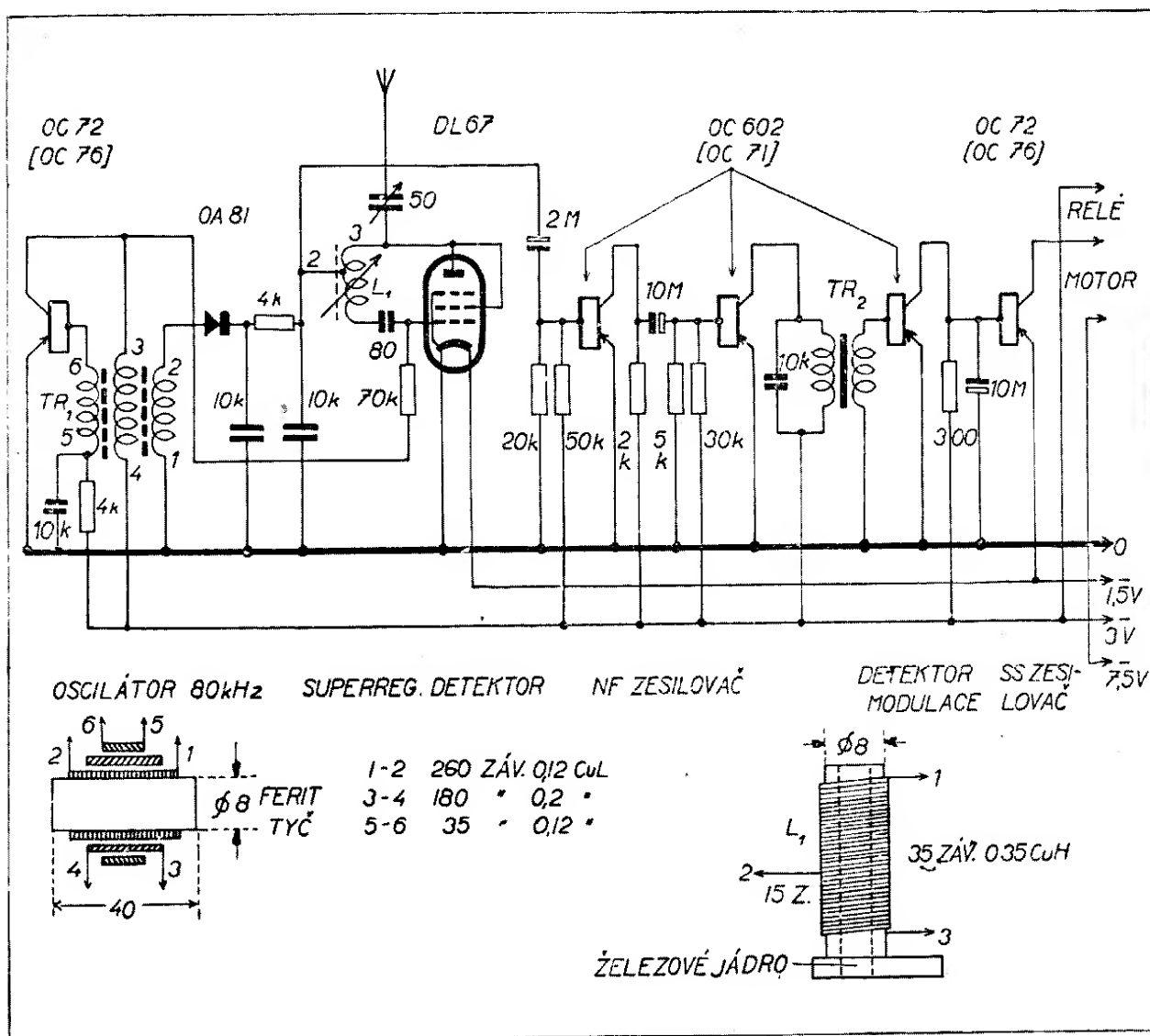
Zapojení přijímače s anodovým resonančním relátkem je nakresleno na obr. 43. První elektronka pracuje jako superreakční detektor. Nf napětí (modulace) se zesiluje v dalších dvou elektronkách. Koncová elektronka má v anodovém obvodu zapojeno resonanční relé. Jestliže vysílá modulujeme tónovým kmitočtem, odpovídajícím resonanci některého z jazýčků, rozkmitá se jazýček a střídavě zapíná další polarisované relé. Vyhlazení tohoto pulsu jícího stejnosměrného proudu je provedeno elektrolytickými kondensátory. Polarisované relé, zapojená k jazýčkům, musí být dostatečně citlivá, protože kmitající jazýček představuje vlastně odpor několika  $k\Omega$ .

Zařízení je vzhledem ke čtyřem relé,

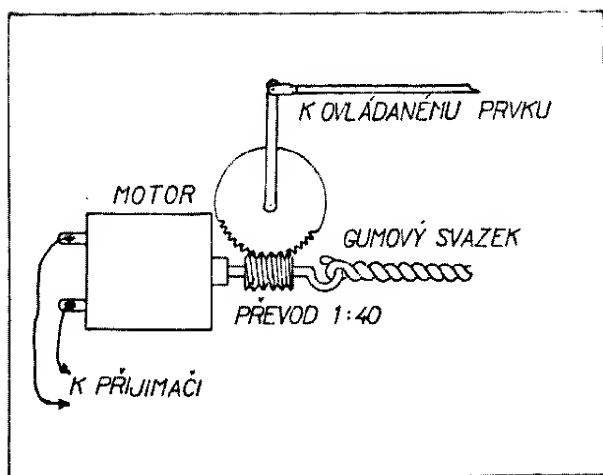
která musíme do přijímače vestavět, dosti těžké, neboť 1 relé váží kolem 60 g. Většinou se používá továrních resonančních relé, protože amatérská výroba a volba materiálu pro jazýčky je velmi obtížná. Náčrtek resonančního a polarisovaného relé je uveden v sovětském časopise Radio, č. 10, 1955.

### 3.4. Přijímač osazený transistory

Moderním řešením přijímače pro dálkové řízení je použití transistorů – kryсталových triod. Hlavní předností je jejich nenáročnost pokud jde o napájecí zdroje. Odpadá žhavicí baterie, a „anodová baterie“ u popisovaného přijímače má napětí pouhé 3 V. To znamená i při použití miniaturní anodové baterie úsporu 80 g, při použití našich destič-



Obr. 44. Zapojení přijímače pro dálkové řízení, osazeného transistory



Obr. 45. Uspořádání elektromotoru jako elektromechanického měniče impulsů

kových baterií dokonce 270 g. Transistor je možno použít i místo relé, které je také dosti těžkou součástí přístroje.

Podívejme se na obr. č. 44, jak je takový transistorový přijímač zapojen a jak pracuje. Dosud vyráběné transistory nepracují na kmitočtech povolených pro dálkové řízení. Superreakční detekční stupeň je proto osazen miniaturní koncovou pentodou DL67. Pro její činnost potřebné anodové napětí se získává originálním způsobem. V přijímači je vestavěn oscilátor pracující na kmitočtu 80 kHz, osazený transistorem OC 72. Z transformátoru navinutého na kousku ferritové tyčky se zvýšené střídavé napětí vede na usměrňovač OA 81, aby po vyhlazení kondensátory 10 k sloužilo jako anodové napětí superreakčního detektoru. Na druhé vinutí transformátoru je připojen mřížkový odpor 70 kΩ detektoru, čímž se přivádí do superreakčního stupně přerušovací signál 80 kHz. Za detekčním stupněm následují dva nízkofrekvenční zesilovací stupně. Předposlední transistor, vázaný transformátorem působí jako detektor a poslední jako stejnosměrný zesilovač a relé zároveň. Pro připojení uvolňovacího elektromagnetu rohatky postačuje napětí 3 V. Chceme-li použít řízení ovládaného prvku elektromotorem, zvýšíme napětí pro poslední transistor až na 7,5 V.

Přijímač, využívající šumu superreakčního detektoru se nastavuje volbou správného mřížkového odporu (70 kΩ) a antenním kondensátorem. Nepoza-

duje-li se mimořádně nízká váha, dosáhneme zvýšení citlivosti použitím vazebního transformátoru (100 kΩ/1 kΩ) mezi elektronkou a transistorem. Přijímač, sestavený podle zapojení na obr. 44 na destičce rozměrů 80 × 50 mm váží pouze 65 g, potřebné baterie asi 40 g. Byl použit pro impulsové řízení modelu lodi. Elektromechanický měnič impulsů byl proveden podle obr. 45. Elektromotor má k ose připojen gumový svazek a kormidlo přes převod 1 : 40. Zavedením proudových impulsů se gumový svazek natáčí tak dlouho, až je točivý moment motoru a svazku v rovnováze. Změnou šířky impulsů se mění i moment motoru a tím poloha, kdy jsou oba momenty vyrovnány. Tyto změny se přenášejí přes převod na řízené kormidlo.

Přijímač byl opatřen antenou 40 cm dlouhou (jeho citlivost je 12 μV!) a s vysílačem o výkonu 0,08 W bylo dosaženo řízení až do 1,8 km. Jestliže tyto výsledky odpovídají skutečnosti, pak můžeme jen litovat, že také našim pracovníkům není umožněno přijímač těchto vlastností realizovat.

### 3.5. Závěr

Těžko budeme po shlédnutí zapojení na obr. 44 uvažovat o nejvýhodnějším zapojení přijímače. Máme-li pro jeho osazení použít elektronek, dává s ohledem na dostupné součásti (hlavně relé) dobré výsledky schema na obr. 39, ve kterém je možno použít i méně citlivého relé. Přijímač reaguje na modulaci nosné vlny a dovoluje použít i řízení dvou prvků (obr. 41).

Musíme počítat s tím, že váha celého zařízení v modelu bude kolem 500 g. Zmenšení váhy na úkor stability přijímače, použitím jednoduššího zapojení nebo přílišným přetížením zdrojů by mohlo být vykoupeno selháním zařízení a tím i zničením modelu s přijímačem. Proto je třeba stabilitu a spolehlivost provozu klást na prvé místo.

### 4.0. Konstrukce soupravy pro ovládání dvou prvků

Nejdříve několik slov úvodem. Ačkoliv používaných principů a jejich řešení je několik, přece po experimentálním ověření zjistíme, že to nebo ono řešení není

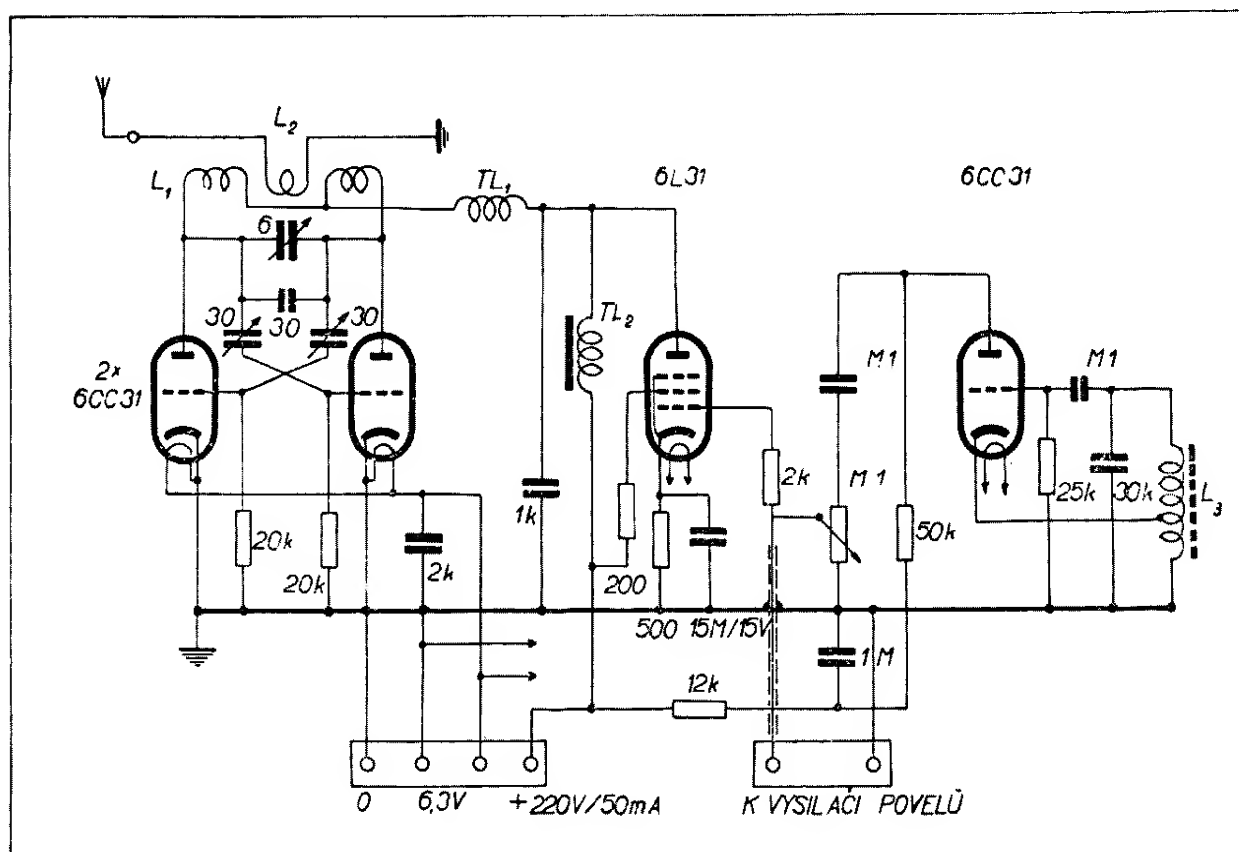


dostatečně spolehlivé. Autor během téměř tříletého experimentování vyzkoušel mnoho zapojení přijímačů od jednoduchých se stejnosměrným zesilovačem až po přijímače s kmitočtovým můstkem pro plynulé a okamžité řízení dvou prvků.

Bylo postaveno celkem asi 5 prototypů, určených už pro namontování do modelu. Při konečných zkouškách však neprokázaly dostatečnou spolehlivost. Rovněž byla vyzkoušena řada jednoduchých i vícestupňových vysilačů, osazených různými elektronkami. Největší pozornost byla věnována ovládacímu zařízení; byly postaveny funkční vzorky ovládané pomocí rohatek, vaček a vyzkoušeny různé motorové principy.

Popsaná konstrukce celého řetězu pro řízení je výsledkem rozsáhlé experimentální práce. Přitom se přihlíželo k tomu, aby v zařízení bylo použito co nejméně inkurantních součástí a součástí vyžadujících přesného strojního opracování. Proto vystačíme při výrobě zařízení se svérákem, vrtačkou a běžným nářadím amatérské dílny.

Pro nastavování vysilače a přijímače potřebujeme bezpodmínečně universální měřidlo (Avomet a pod.), vlnoměr a jednoduchý pomocný vysilač s možností nastavování rezonančních obvodů (GDO). Doporučuji proto každému, kdo se bude stavbou zařízení pro dálkové řízení zabývat, aby si nejdříve postavil poslední jmenované přístroje a zajistil si přesné



Obr. 46. Zapojení vysilače s modulátorem

Data součástí:

$L_1$  –  $2 \times 4$  závity drátu o  $\varnothing$  2 mm, průměr vinutí 25 mm, délka vinutí 30 mm, mezera mezi sekcemi 8 mm. Cívka je připevněna na keramické liště •  $L_2$  – 2 závity drátu o  $\varnothing$  1,5 mm, průměr vinutí 25 mm •  $L_3$  – 50 000 závitů drátu o  $\varnothing$  0,1 mm na kostře průměru 14 mm, délka vinutí 20 mm, maximální průměr vinutí 28 mm. V cívce železové jádro průměru 12 mm, délka 20 mm. Odbočka v  $\frac{1}{3}$  závitů •  $TL_1$  – 80 závitů drátu o  $\varnothing$  0,1 mm na trubce průměru 10 mm, délky 25 mm •  $TL_2$  – primární vinutí výstupního transformátoru Tesla 28 5 36 A

ocejchování podle jiného oscilátoru. Cejchování pomocí Lecherových drátů není dostatečně přesné.

#### 4.1. Princip zařízení

Zařízení používá anodové modulace nosné vlny vysilače, při čemž povelové signály jsou vysílány přerušováním modulace. Modulační kmitočet je asi 1200 Hz.

Vysilač je napájen z akumulátoru přes vibrátor. Přijímač je čtyřelektronkový a využívá modulace k ovládní anodového relé. Ovládací zařízení používá principu podle odstavce 1.3., avšak gumový svazek s rohatkou byl nahrazen motorovým voličem. Jako zdroj povelů používáme tlačítka, neboť potřebujeme vyslat maximálně osm im-

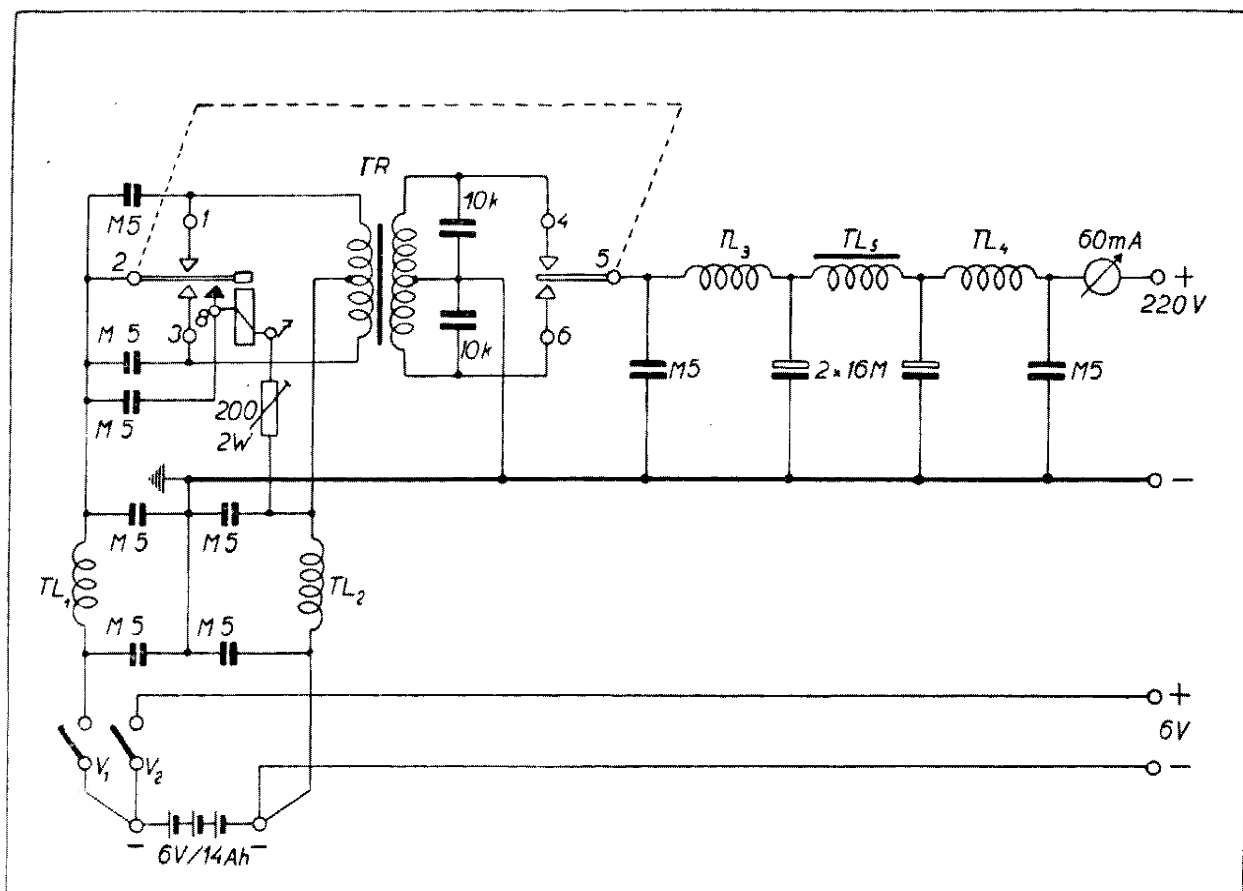
pulsů, které tlačítkem snadno odpočítáme. Pracovní i nulové polohy, které se střídají, jsou bezproudové.

#### 4.2. Vysilač s vibrátorem

##### 4.21. Popis zapojení

Zapojení na obr. 46 používá miniaturních síťových elektronek Tesla. Vlastní vysilač, osazený dvěma elektronkami 6CC31, je zapojen jako symetrický tříbodový oscilátor. Jako ladící kondensátor je použit doladovací kondensátor Tesla, hrníčkového tvaru. Kapacita byla zmenšena odpilováním dvou plechů na rotoru kondensátoru.

Antena vysilače je složena ze dvou duralových trubek, zasunutých do sebe. Průměry trubek jsou  $10 \times 8$  a  $8 \times 6$  mm. Délka složené anteny je 2700 mm. An-



Obr. 47. Vibrátor k vysilači

Data součástí:

Vibrátor WGI 2,4, • TR – výprodejní transformátor k vibrátoru • TL – 1, 2 – 20 závitů drátu  $\phi 1,2$  mm na průměru 12 mm – samonosně závit vedle závitu • TL 3, 4 – 800 závitů, křížově vinuto drátem 0,35 mm (smalt + bavlna) • TL 5 – síťová tlumivka 5 H

tenní cívka  $L_2$  je upravena tak, aby bylo možno měnit vazbu s antenou.

Zdrojem nf modulačního kmitočtu 1200 Hz je oscilátor osazený rovněž elektronkou 6CC31 a má kmitavý obvod zapojen mezi mřížku, katodu a nulový vodič. Pokud dodržíme uvedené hodnoty, bude modulační kmitočet dostatečně sinusový. Použití vinutí nějakého nf transformátoru místo cívky  $L_3$  nedoporučuji, protože železné jádro se snadno přesyťí, nebo naopak zhoršuje Q obvodu. Dostaneme pak nesinusový tvar kmitů nebo oscilátor odmítá pracovat.

Modulační napětí odebíráme přes kondensátor z anodového odporu oscilátoru a vedeme je přes potenciometr 0,1 M $\Omega$  na mřížku elektronky 6L31. Tato elektronka má v řídicí i stínící mřížce zapojeny tlumicí odpory k zamezení vzniku parazitních oscilací. V anodě je zapojeno primární vinutí běžného výstupního transformátoru Tesla. Oscilátor vysilače je připojen přes

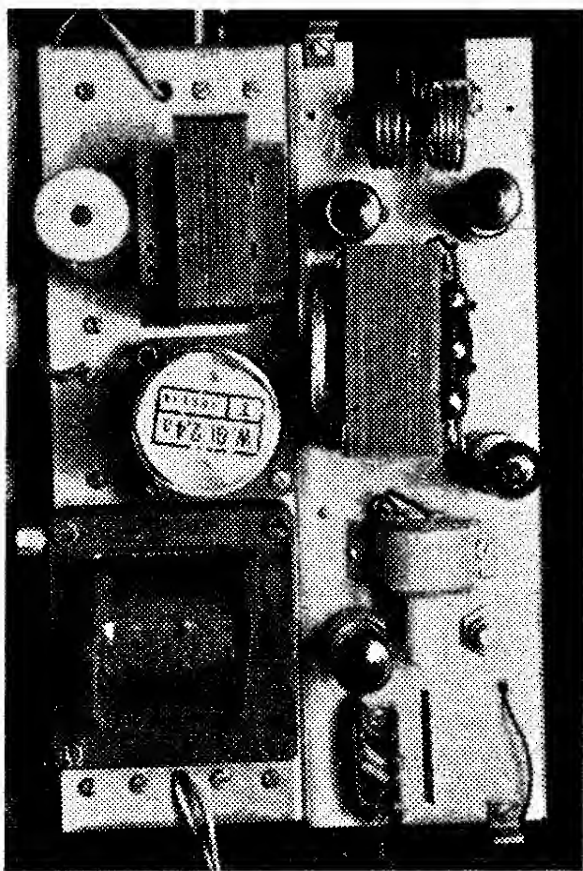
tlumivku  $TL_1$  na anodu elektronky 6L31, takže výstupní transformátor slouží jako modulační tlumivka anodové modulace.

Tento druh modulace, i když potřebuje relativně velký modulační výkon, byl použit z toho důvodu, že umožňuje dosáhnout téměř sta procent hloubky modulace a výkon nosné vlny při promodulování stoupne asi o 50 procent.

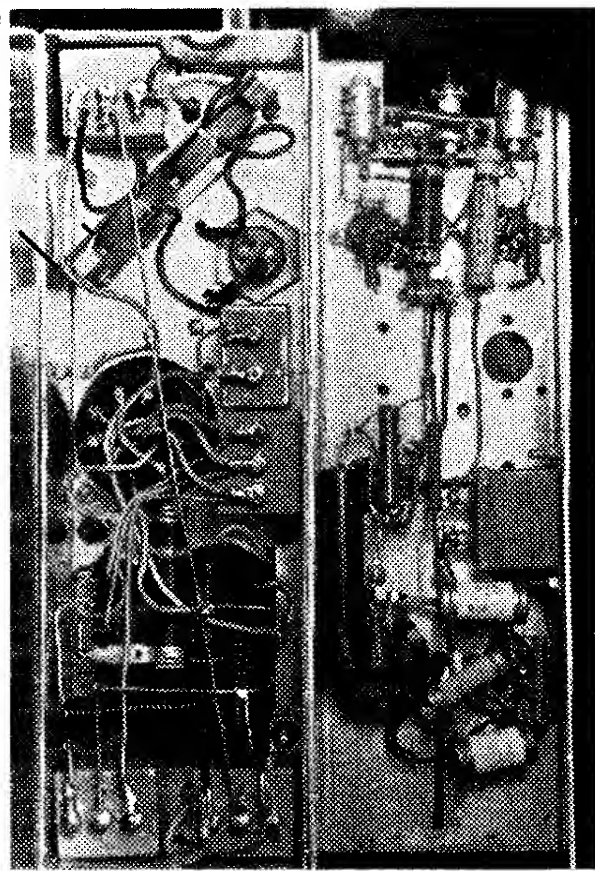
Zapojení vibrátoru na obr. 47 nevykazuje žádných odchylek od běžných zapojení. Používá výprodejního transformátoru, impregnovaného asfaltem. Transformátor má dvě primární vinutí 2  $\times$  6 V, která jsou zapojena paralelně. Napětí pro cívku vibrátoru srážíme nastavitelným odporem 200  $\Omega$ .

#### 4.22. Konstrukce

Jak vysilač, tak i vibrátor jsou postaveny na kostrách rozměrů 40  $\times$  80  $\times$  240 cm z hliníkového plechu síly 1,5 mm. Rozložení součástí je zřejmé



Obr. 48. Rozložení součástí na kostrách vysilače (vpravo) a vibrátoru (vlevo)



Obr. 49. Pohled na propojení vysilače (vpravo) a vibrátoru (vlevo)

z fotografií na obr. 48 a 49 a třeba je v zásadě dodržet.

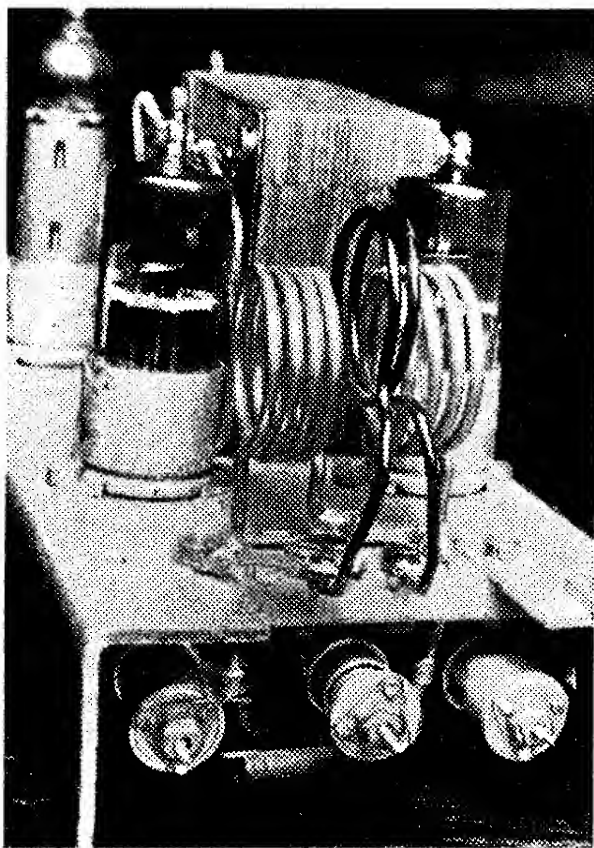
U vf oscilátoru dbáme o co nejkratší spoje a pokud možno používáme dobré izolace. Cívky jsou namontovány na inkurantní keramické liště. K těmto cívkám jsou pak připájeny jak kondensátory 30 pF pro nastavení vazby, tak i ladící kondensátor. Všechny tři jsou hrníčkové doladovací kondensátory Tesla 30 pF (obr. 50).

Oba díly vysilače jsou umístěny nad sebou v dřevěné skřínce. Na boku skřínky jsou připevněny izolované průchodky pro upevnění anteny.

Zdroj povelů – tlačítko – je připojeno stíněným kablíkem a zamontováno v kovové skřínce. Skříňka je spojena se stínícím pláštěm kablíku.

#### 4.23. Uvedení do chodu a nastavení

Vysilač s modulátorem po skončené montáži připojíme na síťový zdroj příslušných napětí (žhavení: 6,3 V/1,8 A, anoda 220 V/60 mA), protože nastavo-



Obr. 50. Pohled na cívky vf oscilátoru vysilače

vání může trvat i déle a zbytečně bychom vybíjeli akumulátor.

Nejdříve zasuneme obě elektronky oscilátoru vysilače a ve vypnutém stavu pomocí GDO nastavíme zhruba ladící obvod na kmitočet 27 MHz. Potom zapojíme zdroj a do anodového obvodu zapojíme miliampérmetr (do 50 mA). Kontrolujeme, zda oscilátor kmitá (neonkou se dotkneme jednoho z anodových konců ladící cívky – neonka musí svítit namodrale). Jestliže oscilátor nekmitá, zkusíme zvětšit kapacitu vazebních kondensátorů 30 pF zašroubováním rotoru. Zvětšujeme asi stejně kapacitu obou těchto kondensátorů a pozorujeme přitom miliampérmetr. Při určité kapacitě nám prudce poklesne anodový proud a oscilátor nasadí kmitý. Kondensátory nastavíme tak, že při jejich dalším zašroubování už anodový proud neklesá. Tím jsme ovšem změnili celkovou ladící kapacitu a musíme tedy podle vlnoměru opravit nastavení ladícího kondensátoru. Nyní připojíme antenu a zase podle miliampérmetru v anodovém obvodu nastavíme správnou polohu antenní cívky a tím i vazbu s oscilátorem. Nastavujeme však naopak na bod, kdy anodový proud právě přestane stoupat. Po nastavení antenní vazby opět kontrolujeme a doladíme ladící kondensátor, tentokrát už přesně na kmitočet 27,12 MHz.

Tím máme nastavení oscilátoru provedeno; jeho elektronky vyjmeme a zasuneme obě elektronky modulátoru. Paralelně k vinutí anodové tlumivky připojíme voltmetr na střídavý proud. Jestliže nf oscilátor kmitá, musíme naměřit napětí kolem 100 V, podle postavení běžce potenciometru 0,1 MΩ. Jestliže oscilátor nekmitá, pak kontrolujeme jakost součástí a správné zapojení cívky  $L_3$ . Při hledání si pomáháme sluchátky, která připojujeme přesisolační kondensátor 10 000 pF postupně na mřížku a anodu nf oscilační elektronky 6CC31, na mřížku koncové elektronky modulátoru 6L31.

Když modulátor pracuje, kontrolujeme, zda je na anodové tlumivce dostatečné napětí (až 150V stř.) při naplněném potenciometru 0,1 MΩ. Je

výhodné, můžeme-li osciloskopem zkontrolovat tvar modulačních kmitů.

Přistoupíme ke konečné zkoušce vysílače s modulátorem. Miliampérmetr zapojíme mezi anodu koncové elektronky a tlumivku  $TL_1$ , tedy do přívodu anodového proudu vf oscilátoru. Připojíme antenu a zdroj a měníme velikost budicího napětí regulátorem  $0,1\text{ M}\Omega$ . Maximální hloubku modulace bez skreslení modulačního napětí nastavíme podle mA-metru tak, aby při dalším zvětšování modulačního napětí už anodový proud oscilátoru nestoupal. Stejně kontrolujeme na vlnoměru, zda při modulování stoupá výkon nosné vlny. Nejpresnější nastavení je možno provést pomocí osciloskopu. Na horizontální destičky přivádíme přes příslušný zesilovač pilovité napětí časové základny. Vertikální destičky odpojíme od vestavěného zesilovače a připojíme přes kondensátor  $100\text{ pF}$  na antenní cívku vysílače. Při správném nastavení vysílače naměříme tyto provozní hodnoty:

$$E_a = 220\text{ V}$$

$$I_a \text{ celk.} = 58,2\text{ mA}$$

Vf oscilátor:

$$E_a = 205\text{ V}$$

$$I_a = 28\text{ mA (při připojení anteně)}$$

$$I_{ant} = 150\text{ mA} \left. \begin{array}{l} 8\text{ V}/0,15\text{ A} \\ 12\text{ V}/3\text{ W} \end{array} \right\} \text{ zjišťujeme žárovkou}$$

$$N_{ant} = 3\text{ W}$$

Koncová elektronka modulátoru

$$E_a = 205\text{ V}$$

$$E_{g_3} = 215\text{ V}$$

$$I_{kat} = 28\text{ mA}$$

$$E_g = -14\text{ V (na katod. odporu)}$$

$$U_{mod} = 125\text{ V (na anodové tlumivce)}$$

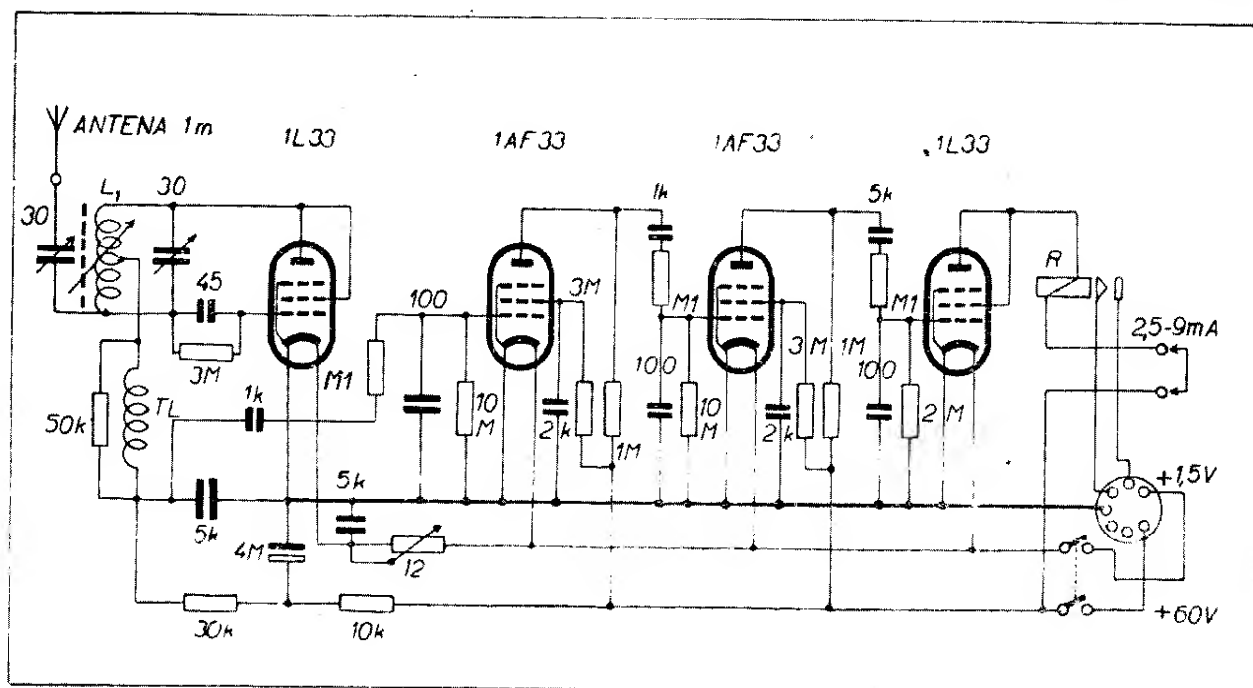
Nf oscilátor

$$E_a = 180\text{ V}$$

$$I_a = 2,2\text{ mA}$$

$$U_{a\text{ mod}} \doteq 20\text{ V (na anodovém odporu } 50\text{ k}\Omega)$$

Provozní hodnoty pak kontrolujeme také při napájení vibrátorem. Při jeho uvádění do chodu musíme dbát na správnou polaritu připojení akumulátoru. Jinak bychom mohli opačným pólováním zničit filtrační elektrolytické



Obr. 51. Zapojení přijímače využívajícího jako povelového signálu přerušování modulace nosné vlny

Data součástí:

$L_1$  – 20 závitů drátu o  $\varnothing 1\text{ mm}$ , smalt, na kostře průměru  $8\text{ mm}$  se železovým jádrem  $M 7 \times 12$ . Vinuto závit vedle závitů. •  $TL_1$  – 80 závitů drátu o  $\varnothing 0,15\text{ mm}$ , smalt na odporu  $50\text{ k}\Omega/1\text{ W}$ . •  $R$  – inkurantní relé v průhledném krytu. 8100 závitů drátu o  $\varnothing 0,05\text{ mm}$ , odpor vinutí  $1,8\text{ k}\Omega$



kondensátory. Proto je při prvním zapojení vibrátoru raději odpojíme a voltmetrem zkontrolujeme správnou polaritu anodového napětí.

Regulační odpor  $200\ \Omega$  pro napájení cívky vibrátoru nastavíme tak, aby vibrátor spolehlivě nasazoval kmity.

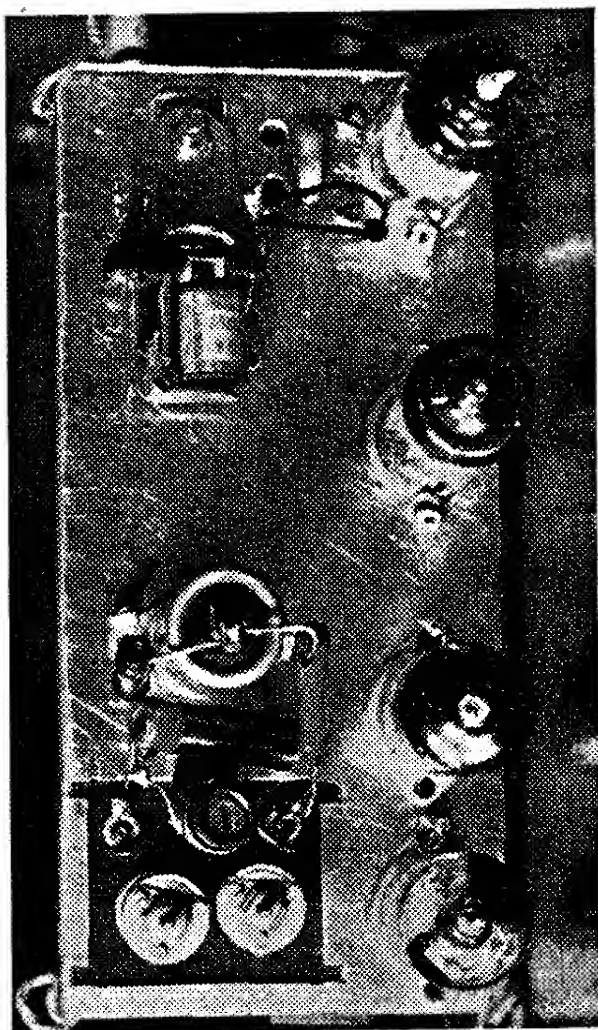
Konečné nastavení kmitočtu v oscilátoru, antenní vazby a modulace provádějme venku v takové poloze vysílače vůči zemi, v jaké bude používán.

### 4.3. Přijímač

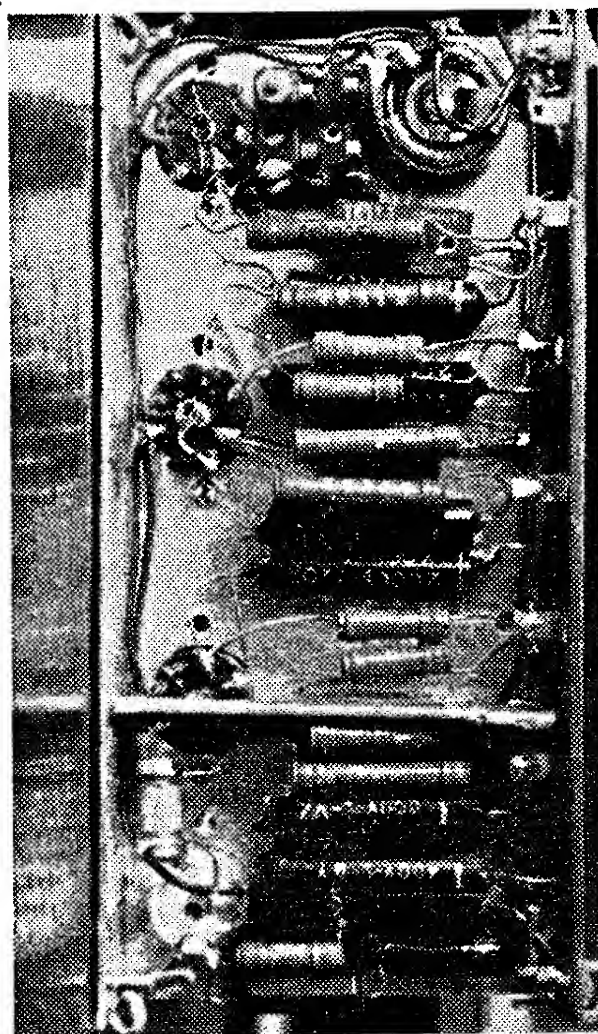
#### 4.31. Popis zapojení

Elektronka 1L33 zapojená jako trioda (obr. 51) pracuje jako superreakční detektor. Ladicí obvod tvoří cívka  $L_1$  navinutá na trolitulové kostře se železovým jádrem a hrníčkový doladovací kondensátor  $30\ \text{pF}$ . Hrubé naladění obvodu provádíme kondensátorem, jemné, přes-

né naladění provedeme jádrem. K nastavení správných podmínek detektoru slouží reostat  $12\ \Omega$  ve žhavicím obvodu první elektronky. Další dvě elektronky 1AF33 slouží jako nízkofrekvenční zesilovač se ziskem zhruba asi 400 a jsou obě shodně zapojeny. Odpor  $0,1\ \text{M}\Omega$  a kondensátory  $100\ \text{pF}$  tvoří RC obvody pro potlačení přerušovacího signálu superreakčního detektoru. Nízkofrekvenční signál, modulaci, získanou detekcí modulované nosné vlny propouštějí téměř bez zeslabení. Poslední stupeň, osazený elektronkou 1L33, pracuje jako nízkofrekvenční mřížkový detektor. Usměrněný modulační signál posune pracovní bod elektronky, což má za následek pokles anodového proudu. U tohoto přijímače je anodový proud poslední elektronky 1L33, zapojené jako trioda bez modulačního signálu asi



Obr. 52. Rozložení součástek na kostře přijímače



Obr. 53. Pohled pod kostru přijímače

9 mA, s modulačním signálem klesne asi na 2,5 mA. V anodovém obvodu je zapojeno malé inkurantní relé, které při vhodném najustování obou pérových svazků spíná v daném rozsahu. Relé je velmi lehké a jeho použitím máme ušetřenu pracnou výrobu relátka. V serii s relátkem jsou zapojeny dvě miniaturní zdířky pro připojení miliampérmetru (do 10 až 15 mA) nebo sluchátek při nastavování přijímače. V provozu jsou pak spojeny nakrátko.

Přijímač je spojen se zdroji přes lehký dvoupólový vypínač pětiramennou šňůrou, zakončenou patičí z rozbité miniaturní elektronky.

#### 4.32. Konstrukce

Celý přijímač je namontován na lehké kostře rozměrů  $20 \times 70 \times 140$  mm z hliníkového plechu síly 1 mm (obr. 52). Kovová kostra musila být použita pro omezení vzniku oscilací, které by se vzhledem ke značnému nř zesílení mohly objevit. Ze stejného důvodu je mezi první a druhou elektronku vložen stínící plech (obr. 53). Použití plechu místo obvyklého pertinaxu nepřináší zvýšení váhy, protože hliníkový plech síly 1 mm váží stejně jako pertinax síly 2 mm. K zachycení odporů a kondensátorů slouží jak nulový vodič, tak i pájecí očka, zanáýtovaná do bočnice, zhotovené z pertinaxového pásu. Jak je vidět z obrázku 53, je prostoru pod kostrou účelně využito.

Cívka  $L_1$  spolu s doladovacími kondensátory 30 pF je připevněna na pertinaxové destičce síly 1 mm a rozměrů  $35 \times 40$  mm. Destička je upevněna vyhnutými pásky plechu kostry. (Obr. 54.)

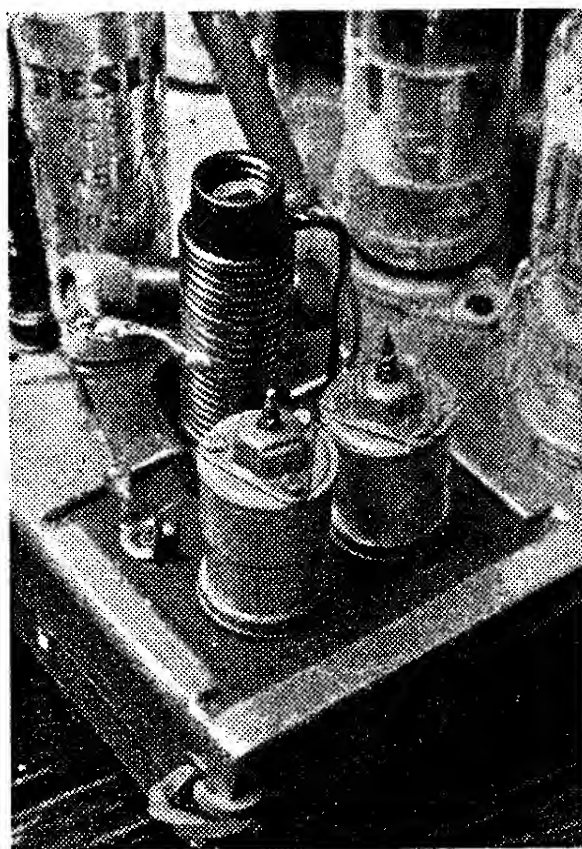
#### 4.33. Uvedení do chodu a nastavení

Před zapojením přijímače na zdroj zkontrolujeme ještě jednou zapojení a pak kontrolujeme voltmetrem (elektronky vytaženy) žhavicí a anodová napětí. Údaje voltmetru (pokud není elektronkový) ovšem musíme brát s rezervou, zvláště u elektronek 1AF33, které mají velké anodové pracovní odpory i velké odpory v obvodu stínících mřížek.

Jestliže je všechno v pořádku, zasuneme elektronky a do zdířek v anodovém obvodu poslední elektronky si za-

pojíme sluchátka. Pak připojíme antenu (asi 1 m dlouhou) a pomocí GDO zhruba nastavíme vstupní ladící obvod na kmitočet 27 MHz. Zapojíme-li nyní zdroje a máme-li reostat  $12 \Omega$  ve žhavení první elektronky nastaven na nulový odpor, ozve se ve sluchátkách velmi silný šum. V opačném případě zkusíme vyšroubovat antenní kondensátor a tím zmenšit vazbu s antenou. Antenní kondensátor pak nastavíme na bod, kdy se superreakční šum počne zeslabovat. Pak podle GDO doladíme ladící kondensátor přesně na kmitočet 27,12 MHz.

Nyní zapneme vysilač a superreakční šum zmizí. Zkusíme ještě otáčením jádra opravit nastavení a pak vysilač opět vypneme. Regulátor ve žhavení první elektronky nastavíme na největší odpor a pomalu jím otáčíme nazpět. Nejdříve uslyšíme klapnutí, které nám označuje bod nasazení vř oscilací superreakčního stupně. Při dalším otáčení uslyšíme další klapnutí a současně velmi slabý šum. To je bod nasazení kmitů přerušovacího signálu. Dalším otáčením se šumové napětí zvyšuje. Poslední asi



Obr. 54. Pohled na ladící obvod přijímače

1/4 otáčení se již jeho velikost nemění. Reostat nastavíme před bod, kdy šum dosáhne maximálního napětí.

Zapneme-li nyní vysílač i modulátor, neuslyšíme patrně jen modulační tón, ale i součtové a rozdílové kmitočty postranních pásem. Když si zapojíme paralelně se sluchátky miliampérmetr (do 10 mA) a otáčíme jádrem ladicí cívky, vidíme na přístroji (i slyšíme ve sluchátkách) tři minima poklesu anodového proudu (tři maxima modulačního tónu). Jádru naladíme na prostřední minimum výchylky přístroje. Minimální výchylka pak bude kolem 2,5 mA.

Budeme-li ladění přijímače provádět ve vzdálenosti 10 až 20 m od vysílače, postranní pásma vysílače budou již tak slabá, že je už přijímačem nezachytíme a také zázněje se tedy neobjeví. Uslыšíme tedy jen čistý modulační tón.

Přerušováním modulace vysílače kontrolujeme správnou činnost relé, při-

padně přihneme pérové svazky tak, aby relé spolehlivě reagovalo na přerušování modulace.

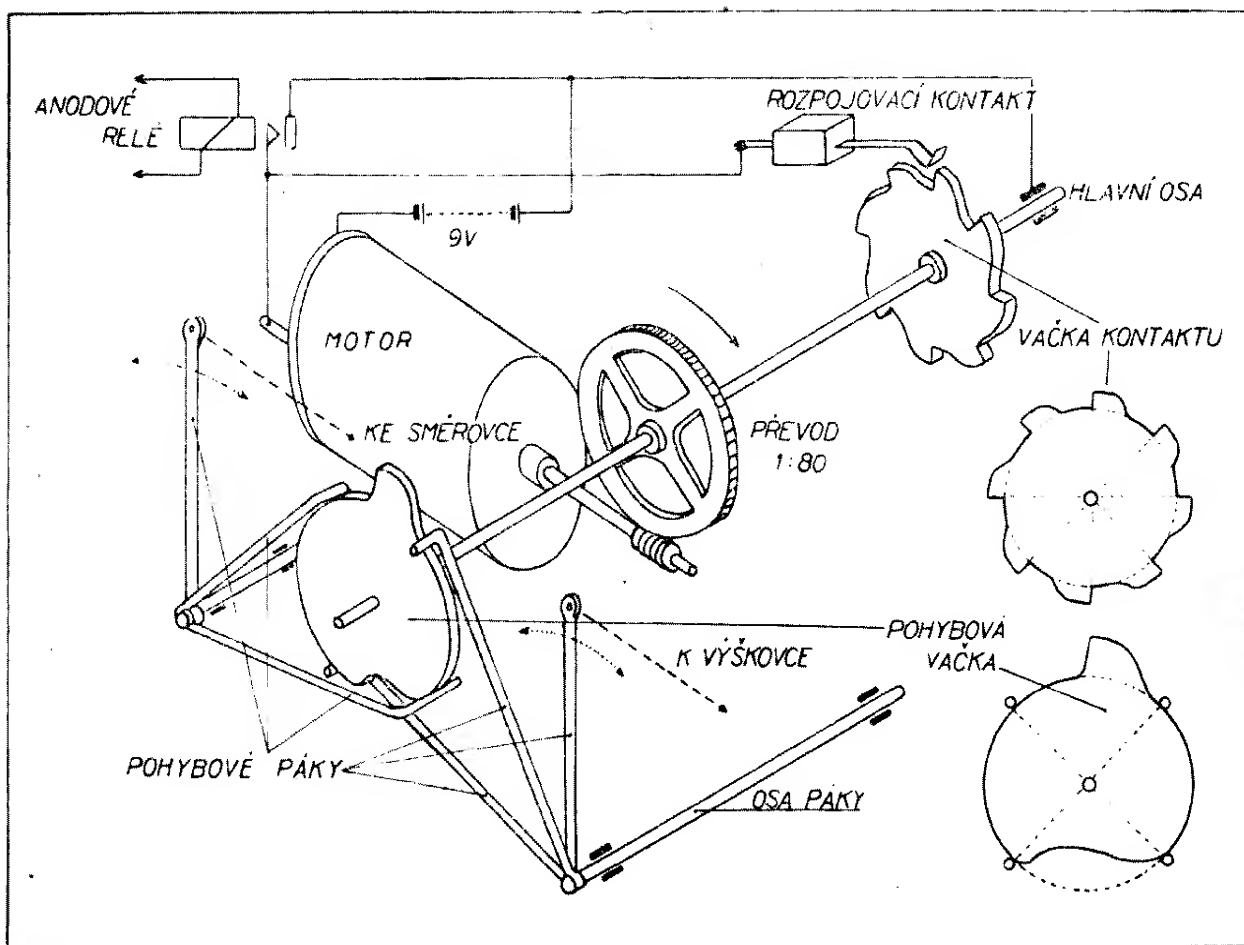
Nyní nás čeká ještě přezkoušení dosahu a přesné nastavení vysílače a tedy i přijímače podle vlnoměru, což musíme provádět venku. Popisovaný přijímač pracoval při zkouškách v městském parku bez přímé viditelnosti s uvedeným vysílačem ještě ve vzdálenosti 500 m.

#### 4.4. Ovládací zařízení

##### 4.41. Popis činnosti

Bylo použito principu popsaného v odst. 1.3., tedy mechanické rozdělení povelů pro jeden a druhý ovládaný prvek (výškovka a směrovka). Po bezvýsledných zkouškách se čtyřramennou rohatkou, poháněnou gumovým svazkem, byl zkonstruován motorový volič. Jeho činnost vysvitne z obr. 55.

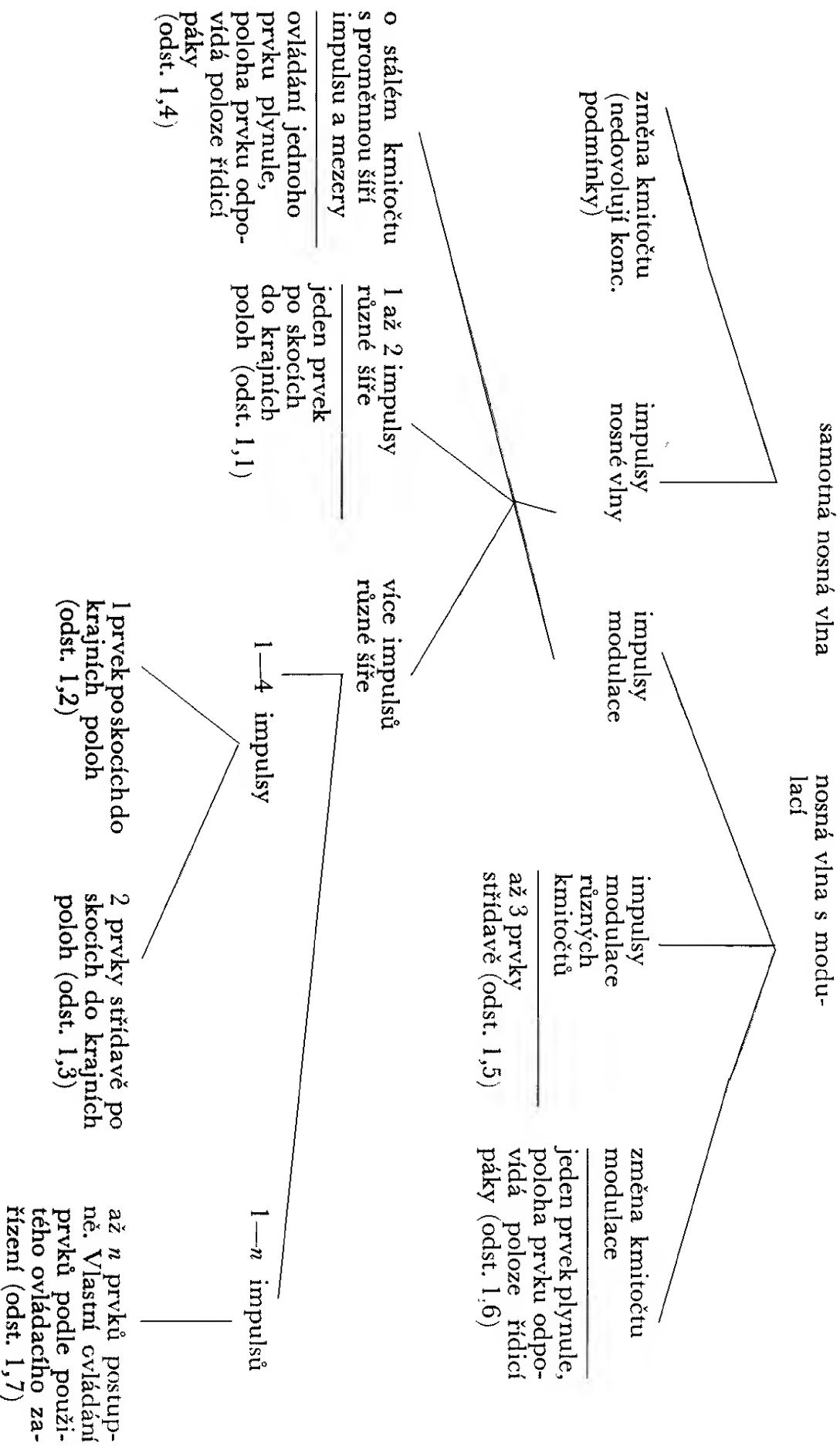
Zařízení sestává z hlavní osy, která je poháněna malým inkurantním mo-



Obr. 55. Náčrtek motorového voliče s pohybovou vačkou



## Bezdrátové řízení:



tórkem (typu 24/4,5 p s permanentním magnetem) převodem 1 : 80. Na ose jsou upevněny dvě vačky. Jedna vačka vypíná motor vždy po pootočení hlavní osy o 1/8 otáčky. Druhá vačka pak způsobuje vždy po 1/4 otáčky střídavé výchylky střídavě obou ovládaných prvků, jak už bylo popsáno v odst. 1.3.

Prerušíme-li nyní ve vysilači na okamžik modulaci, anodové relé přijímače na okamžik zapne a motor se roztočí. Hlavní osa se počne otáčet ve směru šipky a motor je po odpadnutí relé dále zapojen rozpojovacím kontaktem a vačkou. Motor otáčí osou tak dlouho, až rozpojovací kontakt opustí vačku a přeruší napájecí obvod motoru. Podle obr. 55 by došlo po vyslání povelového impulsu k výchylce výškovky.

Další povelový impuls by vrátil výškovku opět do nulové polohy. Povelové signály mají tedy podobný tvar a sled jako u zařízení v odstavci 1.3. až na to, že při nulových i pracovních polohách pohybové vačky neprochází obvodem proud. Motor je pochopitelně napájen jen po dobu otáčení vačky, což vede proti zařízení v odst. 1.3. ke snížení spotřeby proudu.

Mechanický výkon odebíraný z pohybových pák táhly pro ovládání výškovky a směrovky, je vzhledem k velkému převodu do poměrně mnohem větší než u rohatky poháněné gumovým svazkem.

Popsané zařízení reaguje maximálně na 4 impulsy za vteřinu. To je tedy doba, potřebná k otočení hlavní osy o 1/2 otáčky, tedy pro vyslání opačného povelu (na př. z režimu „zatačení vlevo“ do režimu „zatačení vpravo“).

Jako povelového zařízení bylo použito obyčejného tlačítka, které sice vyžaduje určité zručnosti a hlavně pamatování sledu povelů.

#### 4.42. Konstrukce

Praktické uspořádání motorového voliče vidíme na obr. 56. Motor, mající na ose jednoduchý šnek o průměru 8 mm, pohání textgumoidové kolečko průměru 28 mm s 80 zuby. Kovová nába kolečka je připájena na hlavní osu z ocelového drátu o  $\varnothing$  1,8 mm (drát z kola). Hlavní osa se otáčí v úhel-

níku z hliníkového plechu síly 1 mm.

Na jedné straně úhelníku je izolovaně připěvněn pérový rozpojovací kontakt, a na hlavní osu je připájena osmizubová vačka o průměru 26 mm, z mosazného plechu síly 1 mm.

Na druhé straně úhelníku je pomocí náby se stavěcím šroubkem připevněna pohybová vačka. Její střední průměr je rovněž 26 mm, výřez vačky je 5 mm hluboký, připájený výstupek 5 mm vysoký. Vačka je konstruována tak, aby v nulových i pracovních polohách byl její průměr vždy 26 mm.

Po obvodu vačky se pohybují vždy dvě a dvě pohybové páky. Jsou dlouhé 55 mm a zhotoveny z polotvrdého ocelového drátu o průměru 1,6 mm. Páky jsou upevněny na dvou osách otáčejících se v otvorech druhého úhelníku. Osy jsou umístěny tak, že spojnice os s osou hlavní svírají úhel 90°.

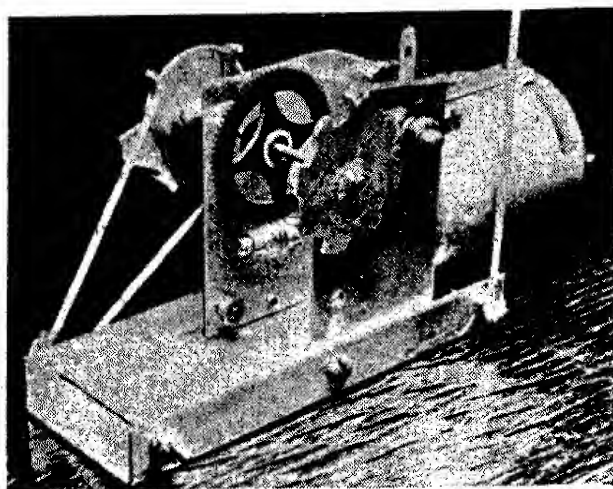
Při uvádění do chodu zkontrolujeme, zda se motor správně zastavuje, a po několikerém otočení a pohybu pák nastavíme pohybovou vačku do správné polohy. Kromě toho můžeme malé nepřesnosti vzniklé při výrobě napravit přihnáním ohnutých konců pohybových pák, které klouzají po pohybové vačce.

#### 4.5. Umístění v modelu a váhový rozbor

Popsané zařízení bylo zamontováno do dolnokřídlého modelu poháněného benzinovým motorem o obsahu 10 cm<sup>3</sup>. Model má pro snadnější start a bezpečné přistávání tříkolý podvozek. Rozpětí křídel, která jsou rozebíratelná, je 2400 mm, délka trupu 1700 mm. Váha modelu připraveného k letu je 2140 g, plošné zatížení 30 g/dm<sup>2</sup>.

Zařízení, které bylo do modelu zamontováno, má tyto váhy:

Přijímač s vypínačem a šňůrou	215 g
žhavicí baterie 1,5 V (velká kulatá)	40 g
pohonná baterie 9 V (malé kulaté)	120 g
anodová baterie 60 V miniaturní	80 g
(anodová baterie 67,5 V destičková)	270 g
ovládací zařízení	165 g
Celkem s miniaturní anodkou	620 g
Celkem s destičkovou anodkou	810 g



Obr. 56. Pohled na motorový volič

Bude tedy celková váha modelu se zařízením 2760 (2950) g podle použité anodové baterie. Plošné zatížení modelu se změní na 38 (41) g/dm<sup>2</sup>.

Celková váha zařízení je značná. Je to způsobeno jednak tím, že nebyly použity subminiaturní součástky, jednak tím, že všechny díly byly řešeny s ohledem na největší spolehlivost.

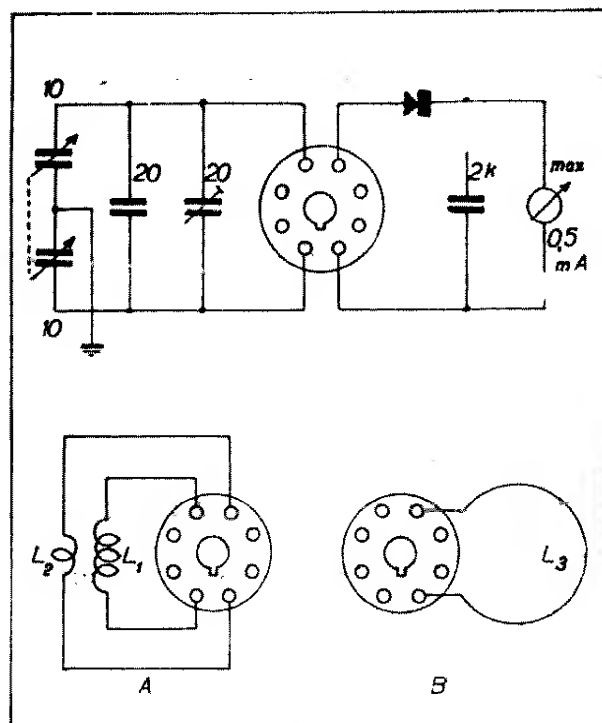
Model má odnímací kryt kabiny, ve které jsou umístěny všechny díly zařízení (viz obrázek na titulní straně časopisu). Přímou v těžišti je na čtyřech gumových smyčkách pružně upevněn přijímač, před ním jsou zdroje a za ním ovládací zařízení. Všechny díly jsou vyjímatelné a rozpojitelné bez pájení. Páky ovládacího zařízení jsou spojeny táhly s páčkami, připevněnými kolmo k otočným ploškám směrovky a výškovky. Otočná ploška směrovky má asi 25 % plochy celého směrového kormidla, otočná plocha výškovky má asi 15 % plochy celého výškového kormidla.

### 5.1. Vlnoměr

Používání vlnoměru pro nastavování vysílače určeného pro dálkové řízení předepisují koncesní podmínky u těch typů vysílačů, které nejsou řízeny krystalem.

Zapojení jednoduchého vlnoměru je na obr. 63. Vazba mezi ladicím obvodem, krystalovou diodou (možno použít kterékoliv diody Tesla) a měřicím přístrojem je induktivní. Ladicí kondensátor byl zhotoven z krátkovlnného kondensátoru KHS s kalitovými čely. Každá sekce má jen jednu rotorovou desku a dvě satorové desky, mezi kterými je však dvojnásobná vzduchová mezera. Nastavení správného rozsahu přístroje provedeme doladovacím kondensátorem, který je umístěn v patici výměnných cívek.

Použijeme-li místo ladicího obvodu velké smyčky, můžeme používat vlnoměr jako jednoduchý měřič pole, pro nastavování vysílače.



Obr. 57. Zapojení vlnoměru a data cívek na 27,12 MHz:

A) pro vlnoměr  $L_1$  – 10 závitů drátu o  $\varnothing$  1 mm na čtyřhranné keramické kostře •  $L_2$  – 2 závitů izolovaného spojovacího drátu navinutého na cívce  $L_1$  • B) pro měřič pole  $L$  – 1 závit drátu o  $\varnothing$  1, 2 mm, průměr cívky 20 cm.

RADIOVÝ KONSTRUKTÉR SVAZARMU, návody a plánky Amatérského radia. Vydává Svaz pro spolupráci s armádou v NAŠEM VOJSKU, vydavatelství, n. p., Praha, redakce Praha I, Národní tř. 25 (Metro). Telefon 23-30-27. Řídí František SMOLÍK, s redakčním kruhem (Josef ČERNÝ, Vladimír DANCÍK, Antonín HÁLEK, Ing. Miroslav HAVLÍČEK, Karel KRBEK, Arnošt LAVANTE, Ing. Jan NAVRÁTIL, Václav NEDVĚD, Ing. Oto PETRÁČEK, Josef POHANKA, laureát státní ceny, Antonín RAMBOUSEK, Josef SEDLÁČEK, mistr radioamatérského sportu a nositel odznaku „Za obětavou práci“, Josef STEHLÍK, mistr radioamatérského sportu, Aleš SOUKUP, Vladislav SVOBODA, laureát státní ceny, Jan ŠÍMA, mistr radioamatérského sportu, Zdeněk ŠKODA, Ladislav ZÝKA). Administrace NAŠE VOJSKO, n. p., distribuce, Praha II, Vladislavova 26, telefon 22-12-46, 23-76-46. Vychází měsíčně, ročně vyjde 10 čísel. Cena jednotlivého čísla 3,50 Kčs, předplatné na půl roku 17,50 Kčs. Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky přijímá každý poštovní úřad i doručovatel. Tiskne NAŠE VOJSKO, n. p., Praha. Otisk povolen jen s písemným svolením vydavatele. Příspěvky redakce vrací, jen byly-li vyžádány a byla-li přiložena frankovaná obálka se zpětnou adresou. Za původnost a veškerá práva ručí autoři příspěvků. Toto číslo vyšlo 10. prosince 1956.